



Esta obra está bajo una [Licencia  
Creative Commons Atribución-  
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN–TARAPOTO**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Diseño Hidráulico del Sistema de Drenaje Pluvial de la Localidad de  
Sauce, Distrito de Sauce, Provincia de San Martín, Región San Martín**

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

**Gimes Mendoza Macedo**

**ASESOR:**

**Ing. Carlos Enrrique Chung Rojas**

**Tarapoto – Perú**

**2018**

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



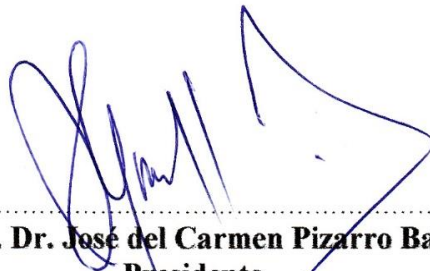
**Diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial de la localidad de Sauce,  
distrito de Sauce, provincia de San Martín, región San Martín**


**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil**

**AUTOR:**


**Bach. Gimes Mendoza Macedo**

**Sustentado y aprobada ante el honorable jurado el día 21 de Junio de  
2018**

  
.....  
**Ing. Dr. José del Carmen Pizarro Baldera**  
**Presidente**

  
.....  
**Ing. Carlos Segundo Huamán Torrejón**  
**Secretario**

  
.....  
**Ing. Ernesto Eliseo García Ramírez**  
**Miembro**

  
.....  
**Ing. Carlos Enrique Chung Rojas**  
**Asesor**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

**Yo, Gimes Mendoza Macedo**, con DNI N° 44235804, Domicilio Legal Jr. Dos de Mayo S/N Sauce , Bachiller de la facultad de Ingeniería civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil , de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la Tesis Titulada : **“Diseño hidráulico del sistema de drenaje pluvial de la localidad de Sauce, distrito de Sauce, provincia de San Martín, Región San Martín”**.

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis es de nuestra autoría.
2. Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirían en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 21 de Junio del 2018.



**Gimes Mendoza Macedo**

DNI N° 44235804



## DECLARACIÓN JURADA

Yo, **Gimes Mendoza Macedo**, identificado con DNI ° ° 44235804 con domicilio en Jr. Dos de Mayo S/N Sauce , a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **DECLARO BAJO JURAMENTO** que toda la documentación y todos los datos e información de la presente tesis y/o informe de Ingeniería, que acompaño es verás y auténtica.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 21 de Junio del 2018.



**Gimes Mendoza Macedo**

DNI N° ° 44235804

**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	Mendoza Macado Gimes			
Código de alumno :	033069	Teléfono:	976872991	
Correo electrónico :	gimes1711@gmail.com		DNI:	44235804

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela Profesional de:	Ingeniería Civil

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título:	Diseño Hidráulico del Sistema de drenaje Pluvial de la localidad de Sauca, distrito de Sauca, Provincia de San Martín, Región San Martín.
Año de publicación:	2018

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

## 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

20 / 03 / 2019



Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM - T.

\*Acceso abierto: uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\* Acceso restringido: el documento no se visualizará en el Repositorio.

## **Dedicatoria**

Este trabajo va dedicado a mis padres, por el apoyo incondicional en este logro y como parte de gratitud este proyecto es parte de ellos.

A la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín, lugar donde recibí los conocimientos que me permitieron formarme profesionalmente y poder contribuir a la sociedad y el desarrollo de nuestros pueblos.

A la Municipalidad Distrital de Sauce, por el apoyo en el desarrollo de este proyecto y contribuir así con un proyecto que es de gran necesidad en el Distrito de Sauce y poder ser parte del desarrollo del Distrito de Sauce que es uno de los principales destinos turísticos de la Región San Martín.

**Gimes Mendoza Macedo**



## **Agradecimiento**

A Dios por dame las fuerzas necesarias para seguir a delante y culminar este proyecto.

A mis padres, Marilú Macedo García y Edwin Pinchi García, por darme el apoyo Necesario e incondicional para lograr esta meta y por ende son parte de este proyecto.

A los profesores de la Facultad de Ingeniería Civil, por brindarme los conocimientos y compartir sus experiencias que llevare como ejemplo a cada uno de ellos en algún lugar donde me encuentre.

A mi hermana Mirtha Flor Pinchi Macedo por el apoyo incansable, dedicando parte de su tiempo en la culminación de este proyecto.

A Tania Córdova Flores por estar siempre a mi lado, brindándome siempre su apoyo en todo momento y es parte de este gran logro.

A la Municipalidad Distrital de Sauce por brindarme la información topográfica para el desarrollo de este proyecto.

Al Ing. Carlos Enrique Chung Rojas por el asesoramiento y el apoyo incondicional en el desarrollo de este proyecto.

A los Srs. Miembros del jurado, Ing. Dr. José del Carmen Pizarro Baldera, Ing. Carlos Segundo Huaman Torrejon y Al Ing. Ernesto Eliseo García Ramírez por la revisión del contenido, sin cuya colaboración no hubiera sido posible la culminación del presente proyecto.

**Gimes Mendoza Mace**



## Índice

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento .....	vii
Índice .....	viii
Índice de Tablas.....	xi
Índice de Figuras .....	xiii
Índice de Planos.....	xiv
Resumen .....	xv
Abstrac.....	xvi
Introducción.....	1
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>2</b>
<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>2</b>
1.1.Generalidades .....	2
1.1.1.Alcances.....	2
1.2.Exploración preliminar orientado a la Investigación.....	2
1.3.Aspectos Generales.....	3
1.3.1.Ubicación.....	3
1.3.2.Clima .....	4
1.4.Hidrología Urbana .....	5
1.4.1.Evolución Histórica y Enfoques .....	5
1.5.Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema .....	7
1.5.1.Antecedentes del problema.....	7
1.5.2.Planteamiento del problema .....	8
1.5.3.Formulación.....	8
1.6.Objetivos: Generales y Específicos .....	8
1.6.1.Objetivo General.....	8
1.6.2.Objetivos Específicos .....	8
1.7.Justificación.....	9
1.8.Delimitación .....	9
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>10</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
2.1.Antecedentes.....	10
2.2.Conceptos sobre Drenaje Pluvial.....	10

2.2.1.Hidrología .....	11
2.2.2.Precipitación .....	13
2.2.3.Escorrentía Superficial .....	14
2.2.4.Tiempo de Concentración.....	14
2.2.5.Coeficiente de Escorrentía (c) .....	16
2.2.6.Caudal de Escurrimiento .....	16
2.2.7.Caudal de diseño.....	22
2.2.8.Cunetas .....	23
2.2.9.Canales.....	24
2.2.10.Flujo en canales .....	25
2.2.11.Características hidráulicas principales de canales .....	26
2.2.12.Área Hidráulica (A) .....	28
2.2.13.Perímetro Mojado (p) .....	28
2.2.14.Radio Hidráulico (R) .....	29
2.2.15.Tirante Normal (y).....	29
2.2.16.Tirante Critico (yc) .....	29
2.2.17.Ancho de solera (B).....	30
2.2.18.Coeficiente de Rugosidad (n) .....	31
2.2.19.Borde Libre (n) .....	32
2.2.20.Talud de Cunetas (Z) .....	33
2.2.21.Velocidad (V) .....	33
2.2.22.Velocidades Máx.y Mín.el Agua Pluvial para la solución con tub.....	35
2.2.23.Salto Hidráulico .....	36
2.2.24.Sección de Máxima Eficiencia Hidráulica o sección optima .....	39
2.2.25.Unión de Colectores .....	40
2.2.26.Perdidas de Energía en Colectores .....	41
2.2.27.Grado de Protección .....	42
2.2.28.Periodo de Retorno .....	43
2.2.29.Capacidad Hidráulica de Calles y Avenidas.....	47
2.3.Marco Conceptual.....	48
2.4.Marco Histórico .....	50
2.4.1.Nombre del Distrito de Sauce.....	50
2.4.2.Reseña Histórica .....	51
2.4.3.Desarrollo Urbano .....	52

2.5.Hipótesis .....	53
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>54</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>54</b>
3.1.Metodología.....	54
3.1.1.Trabajo de Campo .....	54
3.1.2.Recopilación de Información.....	54
3.1.3.Trabajo de Gabinete.....	54
3.2.Materiales .....	55
3.2.1.Información Básica Requerida .....	55
3.2.2.Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial.....	84
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>129</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>129</b>
4.1.Área de estudio .....	129
4.2.Topografía .....	129
4.3.Estudio Hidrológico.....	136
4.4.Del Drenaje Pluvial .....	137
4.4.1.Planteamiento Hidráulico de la red de drenaje .....	137
4.4.2.Dimensionamiento Hidráulico de Colectores .....	138
4.4.3.Dimensionamiento Geométrico .....	146
4.5.Topografía .....	153
4.6.Estudio Hidrológico.....	154
4.7.Diseño Hidráulico de colectores.....	154
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>156</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>157</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>158</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>159</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1. Resumen de evolucion historica del drenaje urbano .....	6
Tabla 2. Coeficientes de Escorrentía según KUICHLING 3 .....	16
Tabla 3 Coeficiente de Escurrimiento “C” .....	18
Tabla 4. Coeficientes de Escorrentia Tipicos .....	20
Tabla 5. Ancho de Solera en Funcion del Caudal a Conducir.....	31
Tabla 6. Coeficiente de Rugosidad (n) de Manning .....	32
Tabla 7. Borde libre con relacion al caudal .....	32
Tabla 8. Borde Libre con relación al ancho de solera .....	33
Tabla 9. Taludes Recomendables (Horizontal – Vertical) .....	33
Tabla 10. Criterios de Velocidades Mínimas (vmin) .....	34
Tabla 11. Velocidades Maximas según material de la tubería .....	34
Tabla 12. Velocidades Max. según las carcteristicas del material en el cual estan alojado	34
Tabla 13. Velocidades Máx. permisibles con revestimiento de “Concreto” .....	35
Tabla 14. Velocidades Máximas permisibles .....	35
Tabla 15. Velocidades Máximas y Minimas permisibles en Tuberías .....	36
Tabla 16. Probabilidad de Ocurrencia .....	44
Tabla 17. Frecuencia de Diseño en Funcion del Tipo de Zona .....	46
Tabla 18. Frecuencia de diseño según el area drenada.....	46
Tabla 19. Uso de la Tierra en Periodos de Retorno para la Proteccion Complementaria ...	46
Tabla 20. Tipo de Via y Periodo de Retorno Minimo Para la Proteccion Complementaria	47
Tabla 21. Precipitacion Maxima en 24 horas mm., Estacion Sauce – Tarapoto .....	57
Tabla 22. N° de días con precipitaciones igual o mayor a 10 mm., estacion Sauce-Tarap.	58
Tabla 23. Valores de la Variable Reducida (Y).....	62
Tabla 24. Procesamiento Estadistico de la Pmax (mm), perido 1990-2014, Estacion CO “Sauce” Metodo de Gumbel Tipo I .....	65
Tabla 25. Procesamiento Estadistico de la Pmax (mm), perido 1990-2014, Est. CO Sauce	66
Tabla 26. Procesamiento Estad. de la Pmax (mm), perido 1990-2014, Est. CO Sauce .....	67
Tabla 27. Valor Critico $\Delta o$ de SMIRNOV KOLMOGOROV para varios Valores de N y Niveles de Significacion $\alpha$ .....	71
Tabla 28. Simulación del Modelo y Prueba de Bondad y de Ajuste Según SMIRNOV - KOLMOGOROV.....	72

Tabla 29. Simulación del Modelo y Prueba de Bondad y de Ajuste Según SMIRNOV - KOLMOGOROV .....	73
Tabla 30. Precipitación Max. para Tiempos de Menores de 24 H, por Gumbel en Sauce..	75
Tabla 31. Precipitación máxima para tiempos de menores de 24 horas por log – pearson tipo III en Sauce .....	77
Tabla 32. Precipitación Máxima para Tiempos de Menores de 24 Horas por Levediev para Sauce.....	78
Tabla 33. Precipitación Máxima para 60 Minutos de Duración.....	80
Tabla 34. Intensidad Máxima de Precipitación para Diferentes Duraciones y Periodos de Retorno (mm/hora) de Sauce .....	82
Tabla 35. Tormenta de Diseño para el diseño de las estructuras Hidráulicas .....	83
Tabla 36. Áreas tributarias por cada tramo de colectores.....	85
Tabla 37. Coeficiente de Escorrentía compuesto por el Colector N°1 .....	96
Tabla 38. Caudales de Escurrimiento en los Tramos .....	98
Tabla 39. Diseño Hidráulico de Cunetas .....	111
Tabla 40. Diseño Hidráulico de Cunetas .....	122
Tabla 41. Pendiente de colectores por tramo.....	129
Tabla 42. Caudales de diseño para colectores y emisores .....	139
Tabla 43. Dimensiones Geométricas de Colectores .....	147



## Índice de Figuras

Figura 1. Mapa Político del Perú. (Fuente: Google.).....	3
Figura 2: Ciclo Hidrológico.....	12
Figura 3. Hidrograma Triangular.....	21
Figura 4. Secciones Transversales de un Canal.....	24
Figura 5. Tipos de Flujos en Canales Abiertos.....	26
Figura 6. Elementos geometricos de la seccion.....	27
Figura 7. Relaciones geometricas de las secciones transversales mas frecuentes.....	28
Figura 8. Caracteristicas de una sección de canal .....	30
Figura 9. Seccion Rectangular de un Canal.....	31
Figura 10.. Salto Hidraulico .....	37
Figura 11. Lugares apropiados para formarse el resalto hidraulico .....	37
Figura 12. Elementos del resalto hidraulico .....	38
Figura 13. Seccion de maxima eficiencia hidraulica.....	39
Figura 14. Empalme por Cota Clave .....	40
Figura 15. Empalme por Cota de Fondo.....	41
Figura 16. Empalme por Linea de Energia.....	41
Figura 17. Capacidad Hidraulica de una Calle .....	47
Figura 18. Familia de curvas en el area de la Localidad de Sauce .....	82
Figura 19, Intensidad Maxima del proyecto $I_{max} = 272.80$ mm/hr, para un periodo de retorno de 25 años y un $T_c = 2.5$ min. ....	83
Figura 20. Areas Tributarias o Areas de influencia para cada colector sector Sauce.....	93
Figura 21. Areas Tributarias o Areas de influencia para cada colector sector 8 de Julio...	94
Figura 22. $C=0.85$ (Tejado Impermeable, concreto) tabla N° 03 .....	95
Figura 23. Curvas duracion - intensidad - frecuencia .....	137
Figura 24. Distribucion de Gumbel –Valores de $Y_n$ y $S_n$ .....	161
Figura 25. Distribucion Normal Acumulada .....	162
Figura 26. Distribucion Log – Pearson Tipo III Valores de K para Valores de G negativos .....	163
Figura 27. Distribucion Log – Pearson Tipo III Valores de K para Valores de G positivos .....	163
Figura 28. Informacion Metereologica.....	164
Figura 29. Frecuencia de precipitacion (dias de lluvia).....	165

## **Índice de Planos**

1. PAE-01 : Plano de Área de Estudio
2. PT-01 : Plano Topográfico
3. PAT-01 : Plano de Áreas Tributarias
4. PFC-01 : Planteamiento Hidráulico de la Red de Drenaje
5. PEU-01 : Plano de Área de Expansión Urbana
6. PPL-01 al PPL-26 : Plano de Perfiles Longitudinales de todo las Calles

## Resumen

El Distrito de Sauce es considerado uno de los destinos turísticos más concurrido de la Región San Martín, el número de visitantes se ha incrementado considerablemente en años recientes razón por la cual se ha ampliado la oferta hotelera, por lo que aparece como prioridad potenciar los servicios y proyectos que mejoran el ornato de la ciudad.

El presente trabajo cuyo título es: Diseño Hidráulico del Sistema de Drenaje Pluvial de la Localidad de Sauce, Póvincia de San Martín, Región San Martín, busca dar la solución integral a los graves problemas de inundaciones que se producen en la localidad de Sauce debido a las precipitaciones pluviales extraordinarias.

Para el desarrollo de esta tesis se tomó en cuenta la información topográfica proporcionada por la Municipalidad Distrital de Sauce, dividiendo la zona de estudio en dos áreas: Sauce con 63,71 ha y 8 de Julio con 35,88 ha, haciendo un total de 99,59 ha como se indican en los planos topográficos.

Se determinó el área total por drenar de los planos topográficos, con un total de 102,95 ha con colectores principales y secundarios.

Para el estudio hidrológico se consideró información pluviométrica de 25 años, calculando la intensidad de diseño correspondiente a un tiempo de retorno de  $Tr = 25$  años. Determinando en caudal de diseño utilizando el método Racional de cada colector.

Con la información del caudal de diseño, pendiente y rugosidad se calcularon las secciones geométricas de cada colector, considerando su flujo con base en los planos de curvas de nivel y los perfiles longitudinales de las calles, los cuales serán evacuados por colectores principales hacia las quebradas existentes, evitando evacuar las aguas de las lluvias hacia el lago Sauce.

Este proyecto se constituirá en un importante aporte para la Municipalidad Distrital de Sauce pues la finalidad es impulsar el desarrollo de los pueblos de nuestra Región en condición de egresados de la Universidad Nacional de San Martín – Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Palabra clave: Pluvial, hidráulico, drenaje, flujo, colector, caudal, impulsar, topográfico.

## Abstrac

The District of Sauce is considered one of the busiest tourist destinations in the San Martin Region, the number of visitors has increased considerably in recent years, which is why the hotel offer has been expanded, making it a priority to promote services and projects that improve the decoration of the city.

The present work whose title is: Hydraulic Design Of The Pluvial Drainage System Of The Locality Of Sauce, Povincia De San Martín, San MARTÍN REGION, seeks to give the integral solution to the serious problems of floods that occur in the town of Sauce due to extraordinary rainfall.

For the development of this thesis the topographical information provided by the District Municipality of Sauce was taken into account, dividing the study area into two areas: Sauce with 63.71 ha and July 8 with 35.88 ha, making a total of 99.59 ha as indicated in the topographic maps.

The total area to be drained from the topographic plans was determined, with a total of 102.95 ha with main and secondary collectors.

For the hydrological study, rainfall information of 25 years was considered, calculating the design intensity corresponding to a return time of  $Tr = 25$  years. Determining the design flow using the Rational method of each collector.

With the information of the design flow, slope and roughness, the geometric sections of each collector were calculated, considering their flow based on the contour planes and the longitudinal profiles of the streets, which will be evacuated by main collectors towards the streams. existing, avoiding the evacuation of rainwater to Lake Sauce.

This project will constitute an important contribution for the District Municipality of Sauce because the purpose is to promote the development of the peoples of our Region as graduates of the National University of San Martin - School of Civil Engineering and Architecture.

Keyword: Pluvial, hydraulic, drainage, flow, collector, flow, boost, topographic.



## **Introducción**

La idea de elaborar este proyecto en el distrito de Sauce surge después de realizar un diagnóstico de la situación actual, habiendo determinado que una de las principales necesidades del distrito es el sistema de drenaje pluvial motivo por el cual se busca plasmar el proyecto como una contribución a la Municipalidad Distrital de Sauce.

Al respecto es importante señalar que uno de los problemas que afectan a las ciudades de la selva del Peú en desarrollo son las precipitaciones pluviales, que producen inundaciones y perjudican a las poblaciones cuando estas carecen de un sistema de drenaje pluvial adecuado que permita la rápida evacuación de las aguas de lluvia.

En décadas recientes es notorio el incremento continuo de poblaciones que se instalan en zonas urbanas, y la situación se acentúa debido a la migración (los llamados migrantes que son, naturalmente, de la Sierra), es uno de los motivos por los que se ha incrementado la deforestación, es decir el uso irracional de los bosques que afecta nuestro ecosistema, modificando las condiciones del escurrimiento superficial de aguas de lluvia

En consecuencia, la localidad de Sauce no es ajena a ello y ha experimentado cambios significativos en su demografía y en sus recursos hídricos, es así que los riachuelos que vierten sus aguas a la laguna de Sauce se están secando.

Otro perjuicio es que al producirse las precipitaciones pluviales, todos los sedimentos que son evacuados por los riachuelos de las partes altas producto de la erosión de suelos terminan en la laguna de Sauce. Asimismo, las calles de la ciudad no son asfaltadas y la escorrentía produce la erosión de los suelos superficiales porque no hay pistas ni cunetas que puedan controlar la acumulación de lodo y basura. Esta es una situación grave en el entendido que el grueso de la población considera que es un comportamiento aceptable arrojar la basura a estos espacios que deberían ser cuidados porque afectan la vida y salud de los pobladores.

Es por ello la importancia del desarrollo de este proyecto, que permitirá realizar un estudio técnico para el diseño del Sistema de Drenaje Pluvial.



# **CAPÍTULO I**

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1. Generalidades**

#### **1.1.1. Alcances**

Sauce está ubicada en una zona donde todo el año se producen precipitaciones de gran intensidad, la evacuación de las aguas pluviales, en la actualidad, se desarrolla mediante los cauces naturales de las calles, contruidos de manera natural sin ningún criterio técnico, es por ello la necesidad de impulsar este proyecto que será un aporte importante para la Municipalidad distrital de Sauce.

La Municipalidad Distrital de Sauce apoyó significativamente para desarrollar el presente Estudio para luego elaborar el Estudio definitivo y buscar su financiamiento para su posterior construcción, que será de mucha utilidad para la población de Sauce.

### **1.2. Exploración preliminar orientado a la Investigación**

Desde el inicio se manifestó el interés de realizar este trabajo, efectuando las indagaciones previas antes de concretar el proyecto.

Asimismo, se planteó a las autoridades del distrito la necesidad e importancia de desarrollar un trabajo de investigación sobre el sistema de drenaje pluvial que derive en acciones de mejora de la calidad de vida de los pobladores.

Al respecto, se presentó ante el Alcalde y regidores un bosquejo del proyecto y al mismo tiempo pedir el apoyo respectivo, ya que será un proyecto que beneficiará al distrito de Sauce y a la población el general.

Se recopiló información para profundizar en el tema como por ejemplo trabajos relacionados, ya que la Municipalidad no tenía ningún proyecto de un sistema de drenaje pluvial en la localidad. Para efectuar este trabajo, se recibió el apoyo de la Municipalidad Distrital de Sauce con la información topográfica, con lo cual se empezó a trabajar y también se tuvo la colaboración de instituciones como Cofopri que proporcionó los planos catastrales

de Sauce y también la Facultad de Arquitectura que facilitó la información oportuna para que un grupo de estudiantes realice un trabajo de Intervención Urbana en el Distrito de Sauce.

### 1.3. Aspectos Generales

#### 1.3.1. Ubicación

##### Ubicación Geográfica

El Distrito de Sauce se ubica en las estribaciones de la Cordillera Oriental a 51Km.al sur de la ciudad de Tarapoto, cruzando el río Huallaga, a 890 msnm, a 6°42'12" de latitud sur y 76°15'15" longitud oeste.

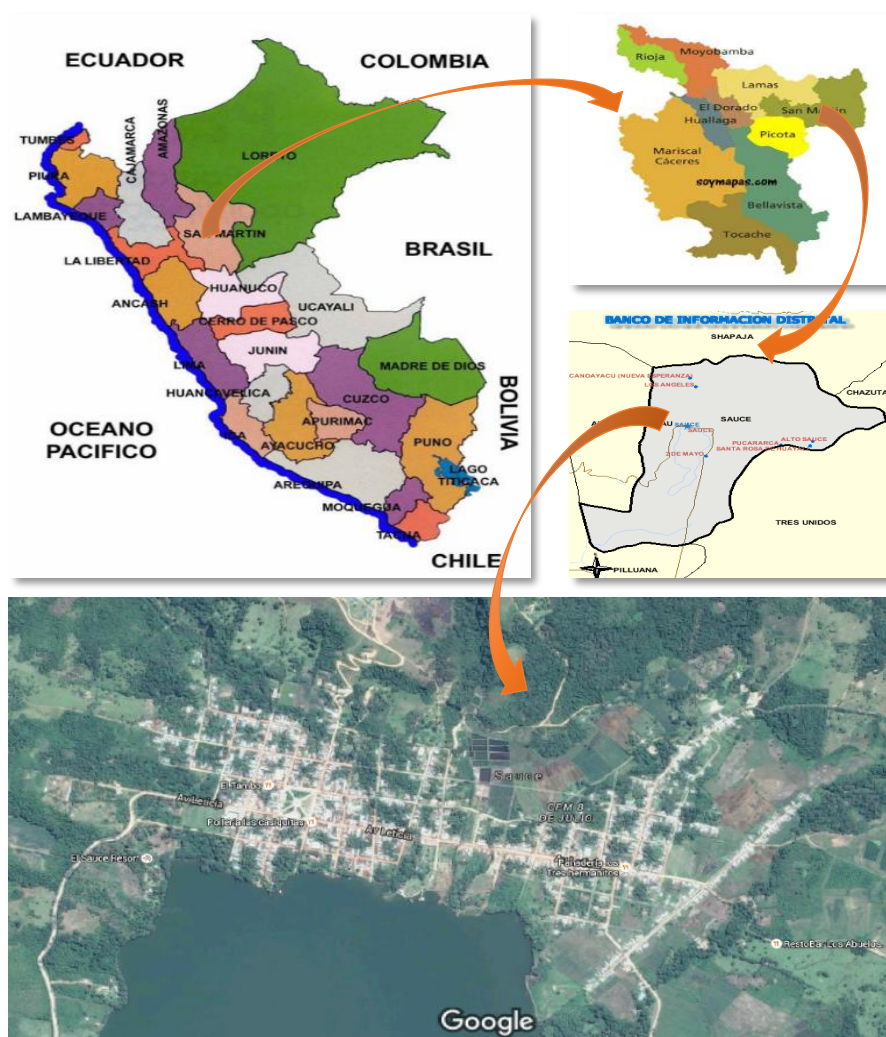


Figura 1. Mapa Político del Perú. (Fuente: Google.)

Cuenta con un centro poblado menor, denominado 08 de julio y los siguientes caseríos: Dos de mayo, Santa Rosa de Huayali, Alto Sauce, El Porvenir, los Ángeles, Nueva Esperanza, El Mirador, Los Laurel, Humazapa, la primavera, Corazón de Jesús y Miraflores.

## Ubicación Política

- **Región:** San Martín
- **Departamento:** San Martín
- **Provincia:** San Martín
- **Distrito:** Sauce

## Superficie

El distrito de Sauce tiene una superficie de 103 km<sup>2</sup>.

## Población

El Distrito de Sauce cuenta con una población de 10, 452 hab. (Censo 2007) y una densidad poblacional de 101.58 hab/km<sup>2</sup> según INEI (Censo 2007 y la tasa de crecimiento es de 6.2 % anual.

## Límites Geográficos están comprendidos con los siguientes distritos

- **Por el este :** con el distrito de Chazuta
- **Por el oeste:** con el distrito de Cabo Leveau
- **Por el norte :** con el distrito de Shapaja
- **Por el sur :** con el distrito de Tres Unidos (provincia de Picota)

### 1.3.2. Clima

El Perú no presenta un clima exclusivamente tropical, la influencia de los Andes y la corriente de Humboldt conceden una gran diversidad climática al territorio peruano. Al respecto, la Costa tiene temperaturas moderadas, bajas precipitaciones y alta humedad, con la excepción de su más cálida y lluviosa región Norte. En la Sierra las lluvias son frecuentes durante el verano, mientras que la temperatura y humedad disminuyen con la altura hasta llegar a los gélidos picos de los Andes. La Selva se caracteriza por sus fuertes lluvias y altas temperaturas, con excepción de su región más austral, la cual tiene inviernos intensos y lluvias estacionales.

Específicamente, toda la región San Martín está sujeta a un patrón de periodos secos, entre los meses de junio o julio hasta octubre o noviembre, eventualmente se presentan vientos fríos provenientes del Sur, conocidos localmente como “friajes”. Las montañas más altas del sector Norte y oriental de la cordillera Azul constituyen una barrera para la humedad que

proviene desde la llanura amazónica y por ello, en el sector noroeste, los bosques son marcadamente más secos en los distintos niveles de altitud.

En el departamento de San Martín el clima es tropical, pero en el distrito de Sauce el clima es particular. El estudio del componente climático ¿cuál es?, debes colocar el nombre completo del estudio que mencionas permite el conocimiento del potencial agroclimático del distrito de Sauce y junto con él los estudios de suelos, fisiografía, geología, vegetación, fauna, entre otros que van a determinar las potencialidades piscícolas, turísticas, forestales, bioecológicas y las áreas potenciales para la conservación de la zona examinada.

El clima del distrito se caracteriza por ser húmedo y templado cálido, lo que da lugar a escorrentía durante todo el año, presentando precipitaciones que son características de las zonas subtropicales donde a partir de las 15:00 horas la temperatura empieza a descender, percibiéndose brisa fresca que es agradable por las noches, debido a que existe una variedad de microclimas y de boscosas montañas.

Sauce tiene con una precipitación media anual de 1562,9mm, y tiene una humedad relativa media de 84%. Las temperaturas anuales promedio son:

- **Máxima: 27,7 °C**
- **Media : 23,5°C**
- **Mínima : 18,2 °C**

## **1.4. Hidrología Urbana**

### **1.4.1. Evolución Histórica y Enfoques**

La hidrología Urbana es la rama de la Hidrología que estudia la hidrología de las zonas urbanas y metropolitanas, en donde predominan las superficies casi impermeables y el relieve artificial de terreno, analizando en particular el efecto del desarrollo urbano (UNESCO – WMO1, 2001).

Este concepto surge gracias al enfoque que el hombre ha venido dando al drenaje urbano con el pasar de los años. Es así que encontramos tres etapas en este proceso.

#### **Etapas sanitaria o higienista**

De los conductos pluviales primitivos que se describen en la literatura, los desagües subterráneos de la antigua Roma son los mejor conocidos.

Estos “sistemas tenían como función principal: Evitar enfermedades, cuidar la salud de la población y extraer exceso de agua de las calles. Sin embargo y sobre la base de escritos de la época, se sabe que la conexión directa de las casas a dichos desagües no era práctica generalizada.

### **Etapas de “racionalización” de los cálculos hidrológico – hidráulicos**

Gradualmente los hidrólogos reemplazaron el empirismo por un análisis racional de la información observada. Es así que se enfocaron en mejorar la calidad de vida en las ciudades, evitando inundaciones y regulando la conducción de las aguas de lluvia.

**Tabla 1**

*Resumen de evolución histórica del drenaje urbano*

<b>SIGLO</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA</b>
XIX, primera mitad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción local de aguas servidas</li> <li>• Aguas servidas drenadas por acequias</li> <li>• Ciudades de pequeño tamaño y pocos pavimentos</li> <li>• Aguas de lluvias drenadas en cauces naturales</li> <li>• Problemas sanitarios graves</li> </ul>
XIX, segunda mitad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeras redes de aguas servidas</li> <li>• Descargas a la red de drenaje natural</li> <li>• No hay tratamiento</li> <li>• Las ciudades aumentan de tamaño</li> </ul>
XX, primera mitad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grandes ciudades y sistemas de transporte</li> <li>• Las aguas de lluvia comienzan a generar problemas</li> <li>• Soluciones en redes unitarias</li> <li>• Tratamiento de las aguas servidas</li> <li>• Problemas de rebase de sistemas</li> </ul>
XX, segunda mitad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mega ciudades y aumento de los cuales</li> <li>• El agua como recurso urbano</li> <li>• Redes separadas</li> </ul>
XXI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulación de aguas de lluvias y paisaje urbano</li> <li>• Mejor calidad de vida urbana</li> <li>• Mantenimiento de condiciones naturales:</li> </ul> <p>Redes de drenaje natural Balance hídrico del lugar</p>

Fuente: Rudy Rolandy Granda Acha



## **1.5. Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema**

### **1.5.1. Antecedentes del problema**

El drenaje pluvial urbano es de gran utilidad para prevenir inundaciones en las ciudades donde se presentan precipitaciones pluviales altas. El drenaje pluvial urbano busca proteger los pobladores, minimizar los daños que se produzcan y garantizar el normal desenvolvimiento de su vida diaria.

Es fundamental que la localidad de Sauce, siendo un destino turístico importante en la Región San Martín, disponga de un sistema de drenaje pluvial urbano que funcione eficientemente, para esto se debe implementar un sistema que permita que las aguas pluviales o provenientes de la lluvia, puedan discurrir por las calles hacia los colectores, hasta llegar a un cauce natural.

Para que esto ocurra es necesario realizar un buen estudio de la cantidad de agua que pueda escurrir en una zona determinada, para efectuar el diseño hidráulico de las secciones, de modo que satisfagan las condiciones antes expuestas.

El presente trabajo de investigación se propone cuantificar las aguas pluviales que pueden discurrir en una zona determinada, así como el diseño de las secciones de las vías y las demás obras que encierra todo el sistema de drenaje pluvial, lo cual comprende la determinación de las características hidráulicas y geométricas (obteniendo las secciones transversales de los conductos, pendientes y las elevaciones del tirante para cada colector) que conduce la esorrentía producto de una tormenta caída en el área de influencia de la zona urbana.

Para diseñar el drenaje pluvial de una ciudad se requiere realizar un estudio topográfico de la zona, asimismo la recolección y el procesamiento de los datos de precipitación pluvial sobre los cuales está basado este trabajo. Poseer un eficaz sistema de drenaje pluvial para la localidad de Sauce, contribuirá al desarrollo y progreso de la zona así como mejorará la calidad de vida de sus habitantes.

Para diseñar los elementos de una red de drenaje pluvial, es necesario conocer el origen y la magnitud de los caudales máximos que pueden llegar a la red.

Enfocándonos en hacer un estudio concreto de la zona en su cuerpo hidráulico, permitirá determinar cuál sería la mejor opción y buscar la solución a cada uno de los problemas existentes, que implicará diseñar cunetas y alcantarillas, usando el método racional para el

estudio de la cuencas y usando las normas de velocidades y caudales admisibles para el diseño de cunetas y alcantarillas según las necesidades de los habitantes de la localidad de Sauce. Cabe precisar que, actualmente, la Municipalidad Distrital de Sauce carece de un proyecto del sistema de drenaje pluvial

### **1.5.2. Planteamiento del problema**

En el distrito de Sauce el problema de la evacuación de aguas pluviales ha sido permanente a lo largo de los años, lo que ha generado consecuencias negativas en la población, por lo que es impostergable disponer de un Sistema de Drenaje Pluvial, que será de gran utilidad para evacuar rápidamente las aguas de lluvia y minimizar el impacto de las inundaciones, en consecuencia, este trabajo contribuirá como un aporte técnico de investigación para que la Municipalidad Distrital de Sauce elabore posteriormente un Proyecto de Inversión Pública (PIP), cuya implementación y ejecución solucionara el problema.

### **1.5.3. Formulación**

Bajo estas premisas, podemos responder la siguiente interrogante: **¿De qué manera el diseño de un sistema de drenaje pluvial podrá resolver el problema de evacuación de las aguas de lluvia y minimizar el impacto de las inundaciones en la localidad de Sauce, del Distrito de Sauce Provincia de San Martín, Región San Martín?**

## **1.6. Objetivos: Generales y Específicos**

### **1.6.1. Objetivo General**

Elaborar el diseño del Drenaje Pluvial de la Localidad de Sauce, que permita evacuar de manera eficiente las aguas de lluvia y las aguas de escorrentía superficial que se presentan.

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

Determinar el cálculo de la intensidad máxima de diseño

Definir las diferentes áreas tributarias de escurrimiento pluvial.

Determinar el caudal de escorrentía en determinados puntos de descargas.

Determinar las secciones geométricas de cada uno de los colectores, de acuerdo a los caudales encontrados.

Elaborar una propuesta técnica, para que la municipalidad pueda gestionar fondos para la realización del proyecto que se proponga.

### **1.7. Justificación**

Debido al crecimiento de la población y por estar ubicada la localidad de Sauce en una zona de precipitaciones pluviales altas, el diseño del sistema de drenaje pluvial permitirá la evacuación de manera rápida y eficiente las aguas pluviales y solucionar problemas de inundaciones en el futuro.

La presente investigación se justifica por lo siguiente:

- Porque los resultados que se obtengan será consecuencia de una formal y adecuada metodología, aplicada de acuerdo con la realidad que se investiga. Los métodos usados en la investigación son serios y merecen confiabilidad (metodológica).
- Porque nos proponemos conocer cuáles son los potenciales logros en la localidad de Sauce y los aportes del tesista y además el aporte del proyecto cuando se ejecute, complementado este proyecto con el asfaltado de calles, que adecuadamente gestionados, redundaran en beneficio del crecimiento y desarrollo económico y social de Sauce.
- Porque los resultados de la investigación van a beneficiar a la población, por cuanto a partir de la información obtenida se puede inferir la orientación que deben tener los resultados para favorecer la ejecución de proyectos de inversión pública, en favor de la localidad de Sauce.

### **1.8. Delimitación**

El presente proyecto “Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial”, se enfocará exclusivamente en la localidad de Sauce que incluye también al Centro Poblado Menor 8 de Julio, sumando un área de 102,95 ha, y enfocado en una población actual de 16 500 habitantes, tomando como base documental la información topográfica proporcionada por la Municipalidad Distrital de Sauce y la información pluviométrica conseguida del Senamhi, adicionando información bibliográfica y trabajos desarrollados anteriormente vinculados al tema, culminando el proyecto con la obtención de las secciones geométricas de cada uno de los colectores, con base en los parámetros calculados en el desarrollo del proyecto.

La culminación de este trabajo de investigación aportará un documento técnico que permitirá a la Municipalidad Distrital de Sauce formular un proyecto de inversión pública y su posterior ejecución.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **21. Antecedentes**

Para elaborar este proyecto se ha revisado material bibliográfico y trabajos anteriores, que permiten tomar nota de antecedentes y resultados que deben considerarse para los fines más convenientes, a saber:

**Zulueta Bilbao**, en su libro “Diccionario de la Construcción”, incluye la “Normatividad para el Sistema de Drenaje Pluvial”, “Norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbano, indica que para un diseño adecuado de un sistema de drenaje pluvial hay que seguir las normas que garanticen el buen funcionamiento del sistema, en los que hace mención en su libro.

**Flores Acosta David**, desarrolló un trabajo de investigación en el año 2013 denominado Estudio Hidrológico e Hidráulico para el Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial de la localidad de Rumisapa, distrito de Rumizapa, provincia de Lamas, Región San Martín, el cual concluye que el sistema de drenaje pluvial de dicha localidad soluciona los problemas de escorrentía, permitiendo una rápida evacuación de esta en las vías públicas.

**Vásquez Berrios Ricky Martin**, en el año 2016 realizó el trabajo de investigación Diseño del sistema de alcantarillado pluvial urbano, para la Urbanización Nueve de Abril y sector los Jardines, distrito de Tarapoto, provincia y Región San Martín, en el cual concluye que la realización de dicho proyecto evitará la generación de caudales excesivos en las calzadas.

**Gonzales García Carlos Samuel**, en 2016 efectuó un trabajo de investigación para su titulación titulado Diseño Hidráulico y Estructural de obras de protección frente a inundaciones del Río Cumbaza en el centro poblado de Santa Rosa de Cumbaza, distrito de Tarapoto, provincia de San Martín – región San Martín, arribando a la conclusión de que las estructuras diseñadas serán capaces de soportar los máximos caudales.

#### **2.2. Conceptos sobre Drenaje Pluvial**

##### **Climatología**

Según ZULUETA, BILBAO, “es el estudio del clima y sus causas en relación con la región particular o zona de estudio”.

##### **Clima**

ZULUETA, BILBAO, precisa que “es el conjunto de los caracteres atmosféricos que tipifican una región o espacio geográfico determinado.

Características relativamente variables de temperatura y humedad atmosférica, determinadas y/o influidas por el régimen hidrológico, los vientos, la latitud y la altitud, para cada espacio geográfico”.

### **2.2.1. Hidrología**

Según FAIR – GEIR y OKUM, “es la ciencia que estudia las aguas en toda la complejidad dinámica de su proceso en la biósfera

Hidrología es la ciencia que trata el agua en la naturaleza: sus propiedades, distribución y comportamiento como tal, proporciona una información básica para la administración de los recursos hidráulicos dentro de la estructura de nuestra economía hidráulica e hidrológica”.

Según MÁXIMO VOLLON BÉJAR, “La hidrología es la ciencia que estudia al agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos.

#### **Importancia**

Según MÁXIMO VILLON BÉJAR, la hidrología proporciona al ingeniero o hidrólogo, los métodos para resolver los problemas prácticos que se presentan en el diseño, la planeación y la operación de estructuras hidráulicas.

Determinar si el volumen aportado por una cierta corriente es suficiente para:

El abastecimiento de agua potable a una población

El abastecimiento de agua potable a una industria

Satisfacer la demanda de un proyecto de generación de energía eléctrica

Permitir la navegación.

Definir la capacidad de diseño de obras como:

Alcantarillas

Puentes

Estructuras para el control de avenidas

Presas

Vertederos

Sistemas de drenaje

Agrícola

Poblaciones carreteras

Carreteras

Aeropuertos

### Ciclo Hidrológico

Según MÁXIMO VILLON BÉJAR, Se denomina ciclo hidrológico, al conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, tanto en su estado (sólido, líquido, gaseoso), como en su forma (agua superficial, agua subterránea, etc.).

Como todo ciclo, el hidrológico no tiene ni principio ni fin, y su descripción puede comenzar en cualquier punto. El agua que se encuentra sobre la superficie terrestre, ríos, lagos y mares, se evapora bajo el efecto de la radiación solar y el viento. El vapor resultante es transportado por las masas de aire en movimiento. En determinadas condiciones, el vapor se condensa formando nubes, que a su vez, pueden ocasionar precipitaciones que caen a la tierra.

Durante su trayectoria hacia la superficie de la tierra, el agua precipitada puede volver a evaporarse, o ser interceptada por las plantas o las construcciones luego fluye por la superficie hasta las corrientes, o se infiltra. El agua interceptada y una parte de la infiltrada y de la que corre por la superficie se evapora nuevamente. De la precipitación que llega a las corrientes, una parte se infiltra y la otra llega hasta los océanos y otras formas grandes de masas de agua como los lagos. El agua que se infiltra satisface la humedad del suelo y abastece los depósitos subterráneos, de donde puede fluir hacia las corrientes de los ríos, o bien descargar en los océanos; la que queda detenida en la capa vegetal del suelo es regresada a la atmósfera por transpiración.

El ciclo hidrológico, es de suma importancia básica para delimitar el campo de la hidrología, la cual comprende la fase entre la precipitación sobre el terreno y su retorno a la atmósfera o al océano.



Figura 2: Ciclo Hidrológico

### **2.2.2. Precipitación**

Según MÁXIMO VILLON BÉJAR, La precipitación, es toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo; de acuerdo a esta definición la precipitación puede ser en forma de:

Lluvias

Granizadas

Garúas

Nevadas

#### **Formas de Precipitación**

Los elementos necesarios para la formación de las precipitaciones son las siguientes:

Humedad atmosférica.

Radiación solar.

Mecanismo de enfriamiento del aire.

Presencia de núcleos higroscópicos para que haya condensación.

Mecanismo de crecimiento de las partículas”.

El proceso de la formación de la precipitación es la siguiente:

El aire húmedo de los estratos bajos es calentado por conducción.

El aire húmedo, entonces, se torna más leve que el de las densidades y experimenta una ascensión adiabática.

El aire húmedo entonces, se expande y se enfría a razón de 1° C por cada 100 metros (expansión adiabática seca) hasta llegar a una condición de saturación, para llegar a un nivel de condensación.

A partir de ese nivel, y con núcleos higroscópicos, el vapor de agua se condensa formando minúsculas gotas a lo largo de dichos núcleos.

Dichas gotas se mantienen en suspensión durante el proceso de crecimiento, hasta alcanzar el tamaño suficiente para la precipitación.

Existen dos procesos de crecimiento de las gotas:

Coalescencia: es el aumento de tamaño de las gotas debido al contacto con otras gotas.

Además, las gotas grandes ya cayendo incorporan a las gotas más pequeñas.

Difusión de vapor (transporte) de vapor súper saturado y su consiguiente condensación en torno a las pequeñas gotas que aumentan de tamaño”.

## **Tipos de Precipitación**

La formación de la precipitación, requiere la elevación de una masa de agua en la atmósfera, de tal manera que se enfríe y parte de su unidad se condense. Atendiendo al factor que provoca la elevación del aire en la atmósfera y se clasifican de acuerdo con las condiciones que producen movimiento vertical del aire, la precipitación se clasifica en:

Precipitaciones convectivas.

Precipitaciones orográficas

Precipitaciones ciclónicas.

### **2.2.3. Escorrentía Superficial**

Según CADENA CÉPEDA, “la escorrentía superficial viene a ser el caudal que fluye sobre el terreno y sobre las edificaciones, es decir, la porción que no ha sido absorbida por el suelo o infiltrado, ni se ha evaporado a la atmósfera, y es por tanto la parte que interesa evacuar. Es el aspecto más palpable del problema pluvial, sin embargo, este fenómeno es el menos estudiado y el más complejo de analizar.

Diferentes autores han hecho pruebas en maquetas y mediciones “in situ” para determinar un modelo matemático que represente al movimiento del agua sobre el terreno. Los estudios realizados se han enfocado principalmente a grandes extensiones de terreno para dar soluciones a grandes cuencas. Estos resultados no son aplicables a zonas urbanas con área de captación pequeña, especialmente en los casos de pendientes pronunciadas y cuando se presenta condiciones irregulares, como pueden ser, la existencia de obstáculos urbanísticos, edificaciones y calles que no siguen la dirección del flujo natural del agua”.

Las variables más importantes que afectan los escurrimientos superficiales, son el coeficiente de escorrentía y el tiempo de concentración, variables que se representan con letras “c” y “Tc”.

### **2.2.4. Tiempo de Concentración**

Según MORALES UCHOFÉN, “este parámetro referido al tiempo que tarda el agua en su recorrido entre dos puntos determinados, los caudales son: el extremo superior de la cuenca y el punto donde se mide el gasto pluvial. El tiempo de concentración puede ser determinado usando una ecuación empírica desarrollada por Kirpich”:

$$T_c = (0.871 * L^3/H)^{0.385} \dots\dots\dots (01)$$



Donde:

$T_c$  = Tiempo de concentración en horas (hrs.)

$L$  = Longitud del curso de agua más largo en kilómetros (km.)

$H$  = Desnivel máximo del curso de aguas más largo en metros.

La duración del diseño es igual al tiempo de concentración para el área de drenaje en consideración.

Se supone que el máximo escurrimiento se presenta en el tiempo de concentración ( $T_c$ ) cuando toda la cuenca está contribuyendo al flujo en su salida. El tiempo de concentración  $T_c$  es el tiempo requerido por una gota de agua para fluir desde el punto más remoto de la cuenca hasta el punto de estudio, se calcula mediante:

$$T_c = T_{cs} + T_t \dots\dots\dots (02)$$

Donde:

$T_c$  = Tiempo de concentración.

$T_{cs}$  = Tiempo de concentración sobre la superficie.

$T_t$  = Tiempo de traslado a través de los colectores.

Según EDUARDO ARIAS, El tiempo de concentración se define como el tiempo máximo que tarda la partícula más alejada del área, drenando hasta el punto de recolección. Para el diseño de colectores de aguas de lluvia en zonas urbanas, este tiempo de concentración representa la suma de dos tiempos:

El tiempo que tarda la partícula más alejada en escurrir sobre la superficie.

El tiempo de traslado que existe en una cierta longitud de colector, comprendida entre dos sumideros consecutivos.

El primero, tiempo de escurrimiento en la superficie, a través de cunetas, canales o sobre zonas de escurrimiento natural, puede ser estimado o calculado para las distintas características de la superficie.

En el caso de cuencas rurales, tal determinación se hace basada en medidas hechas directamente sobre el terreno, determinado la mayor distancia o recorrido de la partícula más alejada o bien por mediciones hechas en planos topográficos.

### 2.2.5. Coeficiente de Escorrentía (c)

MONSALVE SÁENS, propone que “el Coeficiente de escorrentía (c) es la relación entre el volumen de agua de escorrentía superficial total y el volumen total de agua precipitada, en un intervalo de tiempo determinado”.

Los valores que se recomiendan para el coeficiente de escurrimiento son los siguientes.

**Tabla 2**

*Coeficientes de Escorrentía según KUICHLING*

Naturaleza de la cuenca	Valor de “c”
Zonas Comerciales	0.90
Desarrollos Residenciales con casas contiguas y predominio de zonas duras entre ellos	0.75
Desarrollos residenciales multifamiliares con bloques contiguos y zonas duras entre ellos	0.75
Desarrollo residencial unifamiliar con casas contiguas y predominio de jardines	0.55
Desarrollo residencial con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0.45
Áreas residenciales con predominio de zonas verdes y comentarios tipo jardines	0.30
Laderas desprovistas de vegetación	0.60
Laderas protegidas con vegetación	0.30

Fuente: Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados, Página 439

Para el caso del cálculo del escurrimiento superficial que es el que nos interesa conocer, para poder determinar los gastos que debemos de controlar en los fraccionamientos a través del drenaje pluvial será por el procedimiento llamado Método Racional, que se puede aplicar a cuencas pequeñas.

### 2.2.6. Caudal de Escurrimiento

Para el cálculo del caudal se analizó los siguientes métodos:

#### 2.2.6.1. Método Racional

Según MAXIMO VILLON, El Método Racional supone que la máxima escorrentía ocasionada por una lluvia, se produce cuando la duración de esta es igual al tiempo de

concentración ( $t_c$ ). Cuando así ocurre, toda la cuenca contribuye con el caudal en el punto de salida. Si la duración es mayor que el  $t_c$ , contribuye así mismo toda la cuenca, pero en ese caso la intensidad de la lluvia es menor, por ser mayor duración y, por tanto, también es menor el caudal.

$$Q = \frac{C.I.A}{360} \dots\dots\dots (03)$$

Donde:

$Q$  = Es el gasto o caudal máximo en m<sup>3</sup>/seg.

$I$  = La intensidad de la lluvia en mm/hr., para una duración igual al tiempo de concentración  $T_c$ . Del área colectora

$A$  = El área tributaria en hectáreas

$C$  = El coeficiente de escorrentía

### Tiempo de Concentración

En el caso del método racional, el tiempo de concentración es igual al tiempo que tarda una gota de agua en recorrer el trayecto desde el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio en cuestión, para su determinación puede emplearse la formula.

$$T_c = T_{cs} + T_v \dots\dots\dots (04)$$

Donde:

$T_c$  = Tiempo de concentración

$T_{cs}$  = Tiempo de concentración de flujo superficial

$T_v$  = Tiempo de viaje a través de los colectores hasta el sitio deseado

### Coeficiente de Escorrentía

Llamando coeficiente de impermeabilidad, no toda el agua de lluvia precipitada llega al sistema de drenaje pluvial, parte se pierde por factores tales como evaporación, interceptación vegetal, detención superficial en cunetas, zanjas o depresiones y por infiltración. De todos los factores anteriores el de mayor importancia es el de infiltración, el cual es función de la impermeabilidad del terreno.

La determinación absoluta de este coeficiente es muy difícil ya que existen hechos que pueden hacer que su valor varíe con el tiempo. Por una parte, las pérdidas de infiltración disminuyen con la duración de la lluvia debido a la saturación paulatina de la superficie del

suelo y por otra parte la infiltración la puede modificar de manera importante la intervención del hombre en el desarrollo de la ciudad, mediante acciones tales como la tala de árboles y la construcción de nuevos sectores residenciales y comerciales.

Normalmente, las manzanas o los sectores no están constituidos por un valor único del coeficiente de escurrimiento y por tanto es necesario hacer un promedio ponderado, teniendo en cuenta el porcentaje de área cubierto por cada tipo de superficie que se esté drenando.

Cuando existan áreas tributarias en zonas de diferentes valores de "C", se utilizará un coeficiente ponderado de acuerdo a la magnitud de área de cada zona.

La fórmula del Método Racional incluye los siguientes supuestos:

- El valor máximo de escurrimiento para una intensidad particular de lluvia ocurre si la duración de la lluvia es igual o mayor que el tiempo de concentración.
- El tiempo de concentración se define como el tiempo requerido para que corra el agua desde el punto más alejado de la cuenca hasta el punto de descarga del caudal o punto de interés.
- El valor máximo de escurrimiento para una intensidad específica de lluvia, la cual tiene una duración igual o mayor que el tiempo de concentración, es directamente proporcional a la intensidad de la lluvia.
- La intensidad de la lluvia disminuye conforme aumenta la duración.
- El coeficiente de escurrimiento "C" permanece constante para todas las tormentas en una cuenca hidrológica.

**Tabla 3**

*Coeficiente de Escurrimiento "C"*

<b>Tipo de Área</b>	<b>Coeficiente "C"</b>
<b>Residencial</b>	
Áreas Unifamiliares	0.30 - 0.50
Unidades múltiples separadas	0.40 - 0.60
<b>Unidades múltiples</b> conectadas	0.60 - 0.75
Áreas departamentales	0.50 - 0.70
Techos	0.75 - 0.95
Casa habitación	0.50 - 0.70
<b>Comercial</b>	
Centro de la ciudad	0.70 - 0.95
<b>Fuera del</b> centro de la ciudad	0.50 - 0.70
Techos	0.75 - 0.95

<b>Industrial</b>	
Ligera	0.50 - 0.80
Pesada	0.60 - 0.90
Techos	0.75 - 0.95
<b>Calles</b>	
Asfalto	0.70 - 0.95
Concreto	0.80 - 0.95
Adoquín	0.70 - 0.85
Aceras y andadores	0.75 - 0.85
Terrazas	0.25 - 0.60
<b>Parques, jardines</b>	
Suelo arenoso plano $\leq$ a 2%	0.05 - 0.10
Suelo arenoso pendiente 2 = a 7%	0.10 - 0.15
Suelo arenoso pendiente de 7% o mayor	0.25 - 0.20
Suelo arcilloso $\leq$ a 2%	0.13 - 0.17
Suelo arcilloso pendiente 2 a 7%	0.18 - 0.22
Suelo arcilloso pendiente de 7% o mayor	0.15 - 0.30
<b>Áreas no urbanizadas</b>	0.10 - 0.30
<b>Áreas de monte o bosque según su pendiente y características del suelo</b>	0.01 - 0.20

Fuente: Maximo Villon Bejar, hidrologia Pagina 258

Según LOPEZ CUALLA, El coeficiente de escorrentía tiene un significado similar al del coeficiente de retorno en el cálculo del alcantarillado sanitario. No toda el agua de lluvia precipitada llega al sistema del alcantarillado, pues parte se pierde por factores tales como evaporación, intercepción vegetal, detención superficial en cunetas, zanjas o depresiones, y por infiltración. De todos los factores anteriores el de mayor importancia es el de infiltración, el cual es función de la impermeabilidad del terreno, por lo que en algunos casos se le llama coeficiente de impermeabilidad.

La determinación absoluta de este coeficiente es muy difícil, ya que existen hechos que pueden hacer que su valor varíe con el tiempo.

Por una parte, las pérdidas por infiltración disminuyen con la duración de la lluvia debido a la saturación paulatina de la superficie del suelo y, por otra, la infiltración la puede modificar de manera importante la intervención del hombre en el desarrollo de la ciudad, mediante acciones tales como la tala de árboles y la construcción de nuevos sectores residenciales y comerciales.

En la tabla 3, se dan algunas guías para la selección del coeficiente de escorrentía.

**Tabla 4***Coefficientes de Escorrentia Tipicos*

<b>Tipo de Superficie</b>	<b>Coefficiente</b>
Zonas comerciales	0.9
Desarrollos residenciales con casa contiguas y predominio de zonas duras	0.75
Desarrollos residenciales multifamiliares con bloques contiguos y zonas duras entre ellos	0.75
Desarrollo residencial unifamiliar con casas contiguas y predominio de jardines	0.55
Desarrollo residencial con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0.45
Áreas residenciales con predominio de zonas verdes y cementerios tipo jardines	0.3
Laderas desprovistas de vegetación	0.6
Laderas protegidas con vegetación	0.3

Fuente: Lopez Cualla Pag. 439

**2.2.6.2. Método de MC MATH**

Expresado por la siguiente formula:

$$Q = 0.36C.I.S^{1/5}.A^{4/5} \dots\dots\dots (05)$$

Donde:

Q = Caudal en m3/seg.

C = Coeficiente representativo de las características de las cuencas (C1+C2+C3) /3

I = Intensidad de lluvia en mm/h. para una duración de lluvia igual al Tc.

S = Gradiente de la calle principal entre el punto de aporte más alejado y el punto de concentración m/m

A = Área de la cuenca en Km2

Para el cálculo del Tc se utiliza la formula.

$$Tc = \left| 0.871 \frac{L^3}{H} \right|^{0.385} \dots\dots\dots (06)$$

Donde:

Tc = En horas;

L = Longitud del curso más largo en km

H = Desnivel en m.

**2.2.6.3. Método del Triangulo**

Este método fue estudiado por el Soil Conservation Service de los Estados Unidos, se asemeja al Hidrograma Unitario de descargas, asumiéndose que las curvas de ascenso y recesión varían linealmente, para el caso de cuencas muy pequeñas, la variación lineal asumida se compensa con el desarrollo real de las curvas.

Este método utiliza los conceptos del escurrimiento directo, la altura, intensidad de precipitación, capacidad de infiltración, precipitación efectiva, tiempos de concentración pico y base.

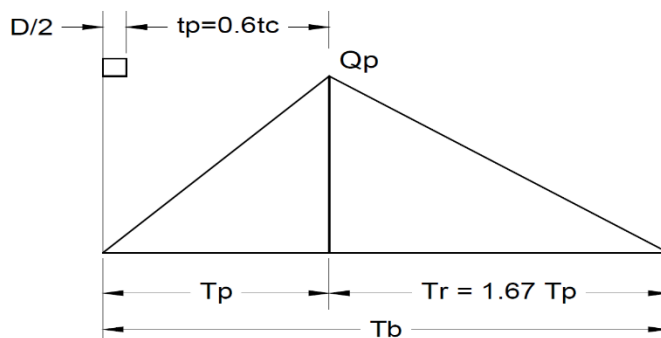


Figura 3. Hidrograma Triangular

Donde:

$T_c$  = Tiempo de concentración, viene a ser el tiempo que la partícula de agua tarda en recorrer desde el punto más lejano de la cuenca hasta el punto de control o estudio.

$$T_c = \left| 0.947 \frac{L^3}{H} \right|^{0.385} \dots\dots\dots (07)$$

Donde:

$T_c$  = En Horas

$L$  = Longitud del curso más largo en Km.

$H$  = Desnivel en m.

$P$  = Altura de precipitación de la tormenta, se asume:

$$P = I \cdot 0.60 T_c, \text{ en mm} \dots\dots\dots (08)$$

$I$  = Intensidad de la tormenta

$$D = T_c \times (1 + T_c)^{-0.2}, \text{ en horas} \dots\dots\dots (09)$$

$D$  = Duración de la precipitación efectiva

$$T_p = 0.6 T_c + \frac{D}{2} = T_p + \frac{D}{2}, \text{ en horas} \dots\dots\dots (10)$$

$T_p$  = Tiempo pico, tiempo que representa la curva de ascenso, desde el inicio de la tormenta

$$T_r = 1.67 T_p, \text{ en horas} \dots\dots\dots (11)$$

$T_r$  = Tiempo de recesión, tiempo desde que se produce el caudal pico hasta que sale la “última gota” de agua de la tormenta.

$$T_b = T_p + T_r, \text{ en horas} \dots\dots\dots (12)$$

$T_b$  = Tiempo base del hidrograma triangular

$$Q_p = 0.208 * A * \frac{P_e}{T_c} \dots\dots\dots (13)$$

Donde:

$Q_p$  = m<sup>3</sup>/seg.

$L$  = Km<sup>2</sup>

$H$  = hr.

$A$  = Área de la Cuenca

### Procedimiento de Cálculo por el método del triangulo

Determinación del área “A”, desnivel “H” y la longitud “L”

Cálculo de tiempo de concentración

A partir del “ $T_c$ ”, cálculo de intensidades máximas a partir de las curvas de duración – intensidad para 25 años de periodo de retorno.

Cálculo de la precipitación (P) de la tormenta.

Calculo de la precipitación efectiva ( $P_e$ )

Cálculo de la duración de la tormenta (D)

Cálculo del tiempo pico ( $T_p$ )

Cálculo de  $T_r$  y  $T_b$

Cálculo de los caudales pico

### 2.2.7. Caudal de diseño

Según MORALES UCHOFÉN,” Es el caudal máximo de escorrentía a utilizar en el diseño hidráulico de las estructuras. El caudal se define como el volumen de agua por unidad de tiempo; se expresa en m<sup>3</sup>/seg., lts/seg, etc.”

### Factores que influyen en la formación de caudales

Según SILVA MEDINA, “Son básicamente dos factores: factores de la lluvia y factores de la cuenca”.



### **Factores de la lluvia.**

Los factores de la lluvia son cuatro: duración, intensidad, frecuencia, patrón.

Duración (t). Es el periodo de análisis. Las lluvias de corta duración, conocidas también como tormentas, son eventos que por lo general tienen duraciones entre 5 minutos y 24 horas, y se utilizan para el cálculo de crecientes, (Es el intervalo de tiempo que dura la lluvia, definiéndose en minutos).

Intensidad (i). Se define como el volumen de precipitación por unidad de tiempo. Se expresa en milímetro por hora (mm/h).

Frecuencia (f). Es la medida de la probabilidad de ocurrencia de eventos mayores o iguales que el que se analiza. Generalmente se relaciona con el periodo de retorno ( $T_r$ ). Por ejemplo, el aguacero que tiene una frecuencia de uno por mil tiene una probabilidad de ser igualado o excedido una vez cada mil años en promedio. Para este aguacero el periodo de retorno es de mil años.

Variación Temporal o Patrón. Está representada por el histograma de la lluvia. La duración del aguacero se divide en “n” intervalos iguales, y a cada intervalo le corresponde una parte de la precipitación total.

### **Factores de la Cuenca**

Los factores de la lluvia son: morfometría, uso del suelo, almacenamiento.

Morfometría. Se requiere a las características físicas de la cuenca vertiente. Los principales son el área, la longitud del cauce principal, la forma, la pendiente del cauce y la pendiente de la ladera.

El Suelo y su uso tienen importancia en lo que hace relación con la capacidad de infiltración y con los estimativos de evapotranspiración.

La Capacidad de regulación por almacenamiento tiene que ver con los tipos de almacenamiento que predominan en la cuenca; por ejemplo, concentrados en embalses, o repartidos en las corrientes de drenaje o en los depósitos subterráneos.

#### **2.2.8. Cunetas**

Son zanjas que se hacen a ambos lados del camino, calles y pueden ser de diferente geometría, dependiendo de las condiciones de suelo, topografía, etc.

Propósito de recibir y conducir el agua pluvial de las mitades del camino (o de todo el camino), el agua que escurre por los cortes y a veces la que escurre de pequeñas áreas adyacentes.

Las cunetas se construyen generalmente con sección transversal en forma de “V” (a veces trapezoidal o rectangular), que sean eficientes, fácil de construir y de conservar.

### 2.2.9. Canales

Según MAXIMO VILLÓN BÉJAR, “Los canales son conductos en los que el agua circula debido a la acción de gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera.

Los canales pueden ser naturales (ríos o arroyos) o artificiales (construidos por el hombre). Dentro de estos últimos, pueden incluirse aquellos conductos cerrados que trabajan parcialmente llenos (alcantarillas, tuberías).

**Secciones transversales más frecuentes.** La sección transversal de un canal natural es generalmente de forma muy irregular y varía de un lugar. Los canales artificiales, usualmente se diseñan con formas geométricas regulares (prismáticos), las más comunes son las siguientes:

#### Secciones abiertas

**Sección trapezoidal.** Se usa siempre en canales de tierra y en canales revestidos.

**Sección triangular.** Se emplea para acueductos de madera, para canales excavados en roca y para canales revestidos.

**Sección parabólica.** Se usa para cunetas revestidas en las carreteras, también en canales de tierra pequeños, fundamentalmente por facilidad de trazo, por ejemplo, los surcos.

#### Secciones cerradas

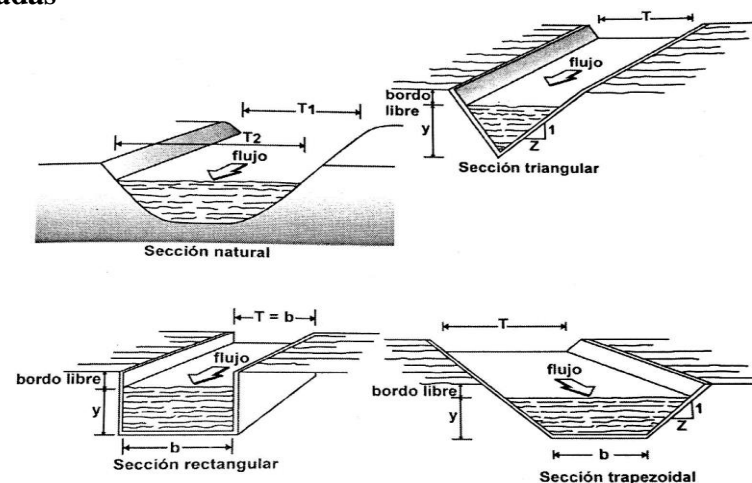


Figura 4. Secciones Transversales de un Canal (Fuente: Max.Villon Bejar, Hidraulica de Canales, Pag. 17)

### 2.2.10. Flujo en canales

**Canal Uniforme.** Es el de sección transversal constante.

**Flujo Uniforme.** Es cuando la pendiente de la superficie del agua es la misma que la del canal, por lo tanto, el tirante del flujo es constante en su totalidad.

**Flujo Estable.** Ocurre si el tirante en cualquier lugar del canal permanece constante con el tiempo.

**Flujo Continuo.** Cuando la descarga es constante

$$Q = V_1 A_1 = V_2 A_2 = \dots$$

Donde los sub índices indican diferentes secciones del canal, esta ecuación se conoce como ecuación de continuidad para flujo estable.

**Flujo variado.** Ocurre cuando el perfil longitudinal de la superficie del agua no está paralelo con el fondo del canal, este flujo existe entre los límites de las curvas de remanso, dentro de un salto hidráulico y un canal con pendiente o descargas cambiantes.

Según MAXIMO VILLÓN BÉJAR, “el flujo variado a su vez puede clasificar en gradual y rápidamente variado”.

#### El flujo gradualmente variado

Es aquel en el cual los parámetros hidráulicos, cambian en forma gradual a lo largo del canal, como es el caso de una curva de remanso, producida por la intersección de una presa en el cauce principal, elevándose el nivel del agua por encima de la presa, con efecto hasta varios kilómetros aguas arriba de la estructura.

#### El flujo rápidamente variado

Es aquel en el cual los parámetros varían instantáneamente en una distancia muy pequeña, como es el caso del resalto hidráulico.

#### Flujo crítico, subcrítico y supercrítico

Según MAXIMO VILLÓN BÉJAR, “En relación con el efecto de la gravedad, el flujo puede ser crítico, subcrítico y supercrítico; la fuerza de gravedad se mide a través del número de Froude (F), que relaciona fuerzas de inercia de velocidad, con fuerzas gravitatorias, definidas en este caso como:

$$F = \frac{v}{\sqrt{gL}} \dots\dots\dots (04)$$

Donde:

$v$  = velocidad media de la sección, en m/s

$g$  = aceleración de la gravedad, en m/s<sup>2</sup>

$L$  = longitud característica de la sección, en m.

En canales, la longitud característica viene dada por la magnitud de la profundidad media o tirante medio  $\bar{y} = A/T$ , con la cual se tiene:

$$F = \frac{v}{\sqrt{gy}} = \frac{v}{\sqrt{gA/T}} \dots\dots\dots (05)$$

Entonces, por el número de Froude, el flujo puede ser:

Flujo subcrítico si  $F < 1$ , en este estado las fuerzas de gravedad se hacen dominantes, por lo que el flujo tiene baja velocidad, siendo tranquilo y lento. En este tipo de flujo, toda singularidad, tiene influencia hacia aguas arriba.

Flujo crítico si  $F = 1$ , en este estado, las fuerzas de inercia y gravedad están en equilibrio.

Flujo supercrítico si  $F > 1$ , en este estado, las fuerzas de inercia son más pronunciadas, por lo que el flujo tiene una gran velocidad, siendo rápido o torrentoso. En este tipo de flujo, toda la singularidad, tiene influencia hacia aguas abajo.

En la figura: 5, se muestra un resumen de los diferentes tipos de flujos que se presentan en canales abiertos.

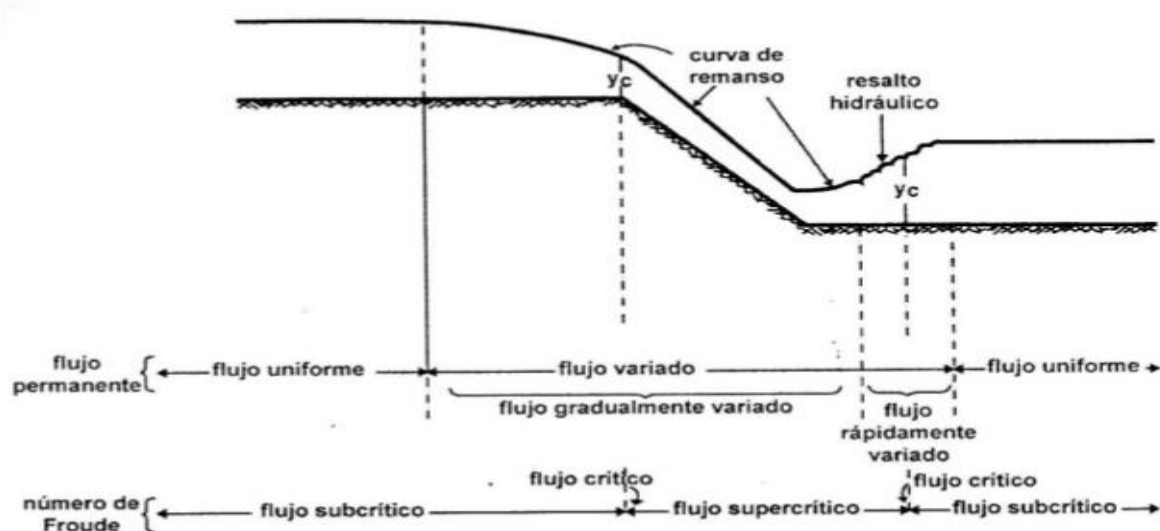


Figura 5. Tipos de Flujos en Canales Abiertos (Fuente: Maximo Villon Bejar, Hidraulica de canales Pag. 49)

### 2.2.11. Características hidráulicas principales de canales

Según MAXIMO VILLÓN BÉJAR, los elementos de un canal que se presentan en la figura N° 06:

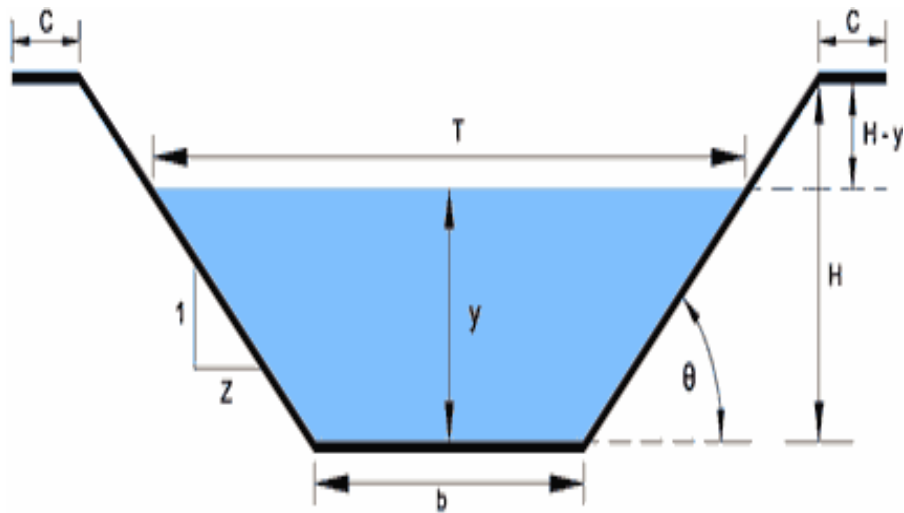


Figura 6. Elementos geométricos de la sección

Donde:

$Y$  = Tirante de agua, es la profundidad máxima del agua en el canal

$b$  = ancho de solera, ancho de plantilla, o plantilla, es el ancho de la base de un canal.

$T$  = espejo de agua, es el ancho de la superficie libre del agua.

$C$  = ancho de corona

$H$  = profundidad total del canal

$H - y$  = bordo libre

$Q$  = ángulo de inclinación de las paredes laterales con la horizontal.

$Z$  = talud, es la relación de proyección horizontal a la vertical de la pared lateral (se llama también talud de las paredes laterales del canal).

En la tabla N° 05, se presenta relaciones geométricas transversales más frecuentes.

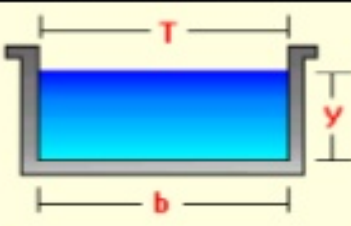
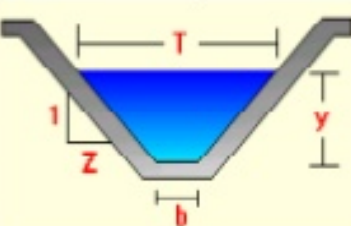
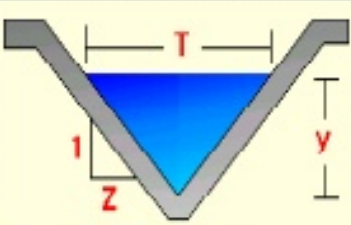

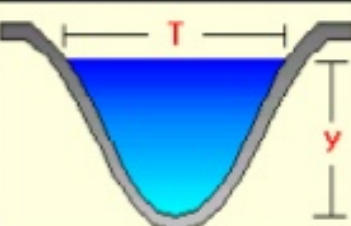
Sección Rectangular	Área mojada	Perímetro mojado	Radio hidráulico
	$by$	$b + 2y$	$\frac{by}{b + 2y}$
	Ancho superficial	Profund. hidráulica	Factor de sección
	$b$	$y$	$by^{1.5}$
Sección Trapezoidal	Área mojada	Perímetro mojado	Radio hidráulico
	$(b + Zy)y$	$b + 2y\sqrt{1 + Z^2}$	$\frac{(b + Zy)y}{b + 2y\sqrt{1 + Z^2}}$
	Ancho superficial	Profund. hidráulica	Factor de sección
	$b + 2Zy$	$\frac{(b + Zy)y}{b + 2Zy}$	$\frac{[(b + Zy)y]^{1.5}}{\sqrt{b + 2Zy}}$
Sección Triangular	Área mojada	Perímetro mojado	Radio hidráulico
	$Zy^2$	$2y\sqrt{1 + Z^2}$	$\frac{Zy}{2\sqrt{1 + Z^2}}$
	Ancho superficial	Profund. hidráulica	Factor de sección
	$2Zy$	$\frac{1}{2}y$	$\frac{\sqrt{2}}{2}Zy^{2.5}$
Sección Circular	Área mojada	Perímetro mojado	Radio hidráulico
	$\frac{1}{8}(\theta - \text{sen}\theta)\phi^2$	$\frac{1}{2}\theta \cdot \phi$	$\frac{1}{4}\left(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta}\right)\phi$
	Ancho superficial	Profund. hidráulica	Factor de sección
	$\left(\text{sen}\frac{1}{2}\theta\right)\phi$ $2\sqrt{y(D - y)}$	$\frac{1}{8}\left(\frac{\theta - \text{sen}\theta}{\text{sen}\frac{1}{2}\theta}\right)\phi$	$\frac{\sqrt{2}}{32}\frac{(\theta - \text{sen}\theta)^{1.5}}{\left(\text{sen}\frac{1}{2}\theta\right)^{0.5}}\phi^{2.5}$
Sección Parabólica	Área mojada	Perímetro mojado	Radio hidráulico
	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8}{3}\frac{y^2}{T}$ *	$\frac{2T^2 y}{3T^2 + 8y^2}$ *
	Ancho superficial	Profund. hidráulica	Factor de sección
	$\frac{3}{2}\frac{A}{y}$	$\frac{2}{3}y$	$\frac{2}{9}\sqrt{GT}y^{1.5}$

Figura 7. Relaciones geometricas de las secciones transversales mas frecuentes

### 2.2.12. Área Hidráulica (A)

Según MAXIMO VILLÓN BÉJAR, Área hidráulica, es la superficie ocupada por el líquido en una sección transversal normal cualquiera

### 2.2.13. Perímetro Mojado (p)

Según MAXIMO VILLÓN BÉJAR, Perímetro mojado en la parte del contorno del conducto que está en contacto con el líquido.

### 2.2.14. Radio Hidráulico (R)

Según DE AZEVEDO NETTO J.M., Es la relación entre el área mojada (Área Hidráulica), y el perímetro mojado.

$$R = \frac{A}{p} \dots\dots\dots (06)$$

### 2.2.15. Tirante Normal (y)

Según MERRITT, Frederic, Es el tirante del flujo en equilibrio que existe en el canal. Se puede calcular mediante tanteos con la siguiente ecuación de Manning.

$$AR^{2/3} = \frac{1}{n} * QS^{1/2} \dots\dots\dots (07)$$

Dónde:

V = Velocidad (m/s)

n = Coeficiente de rugosidad

A = Área Hidráulica (m<sup>2</sup>)

R = Radio Hidráulico (m)

S = Pendiente a la Línea de energía o pérdida de carga (m/m)

### 2.2.16. Tirante Crítico (yc)

Según MERRITT, Frederick, Es el tirante de flujo que, para un valor dado de energía específica, de la máxima descarga o, a la inversa, para una descarga dada, la energía específica es mínima para el tirante crítico.

En la sección de pendiente suave corriente arriba del punto de tirante crítico, el tirante normal es mayor que el crítico, el flujo se llama subcrítico, lo cual indica que la velocidad es menor que el tirante crítico.

En la sección de pendiente más fuerte más abajo del punto de tirante crítico el tirante normal es menor que el crítico, el flujo se llama flujo supercrítico, la velocidad excede de la que hay en el crítico.

El tirante crítico para cualquier sección puede calcularse por tanteos, por ecuación:

$$\frac{A^3}{T} = \frac{Q^2}{g} \dots\dots\dots (08)$$

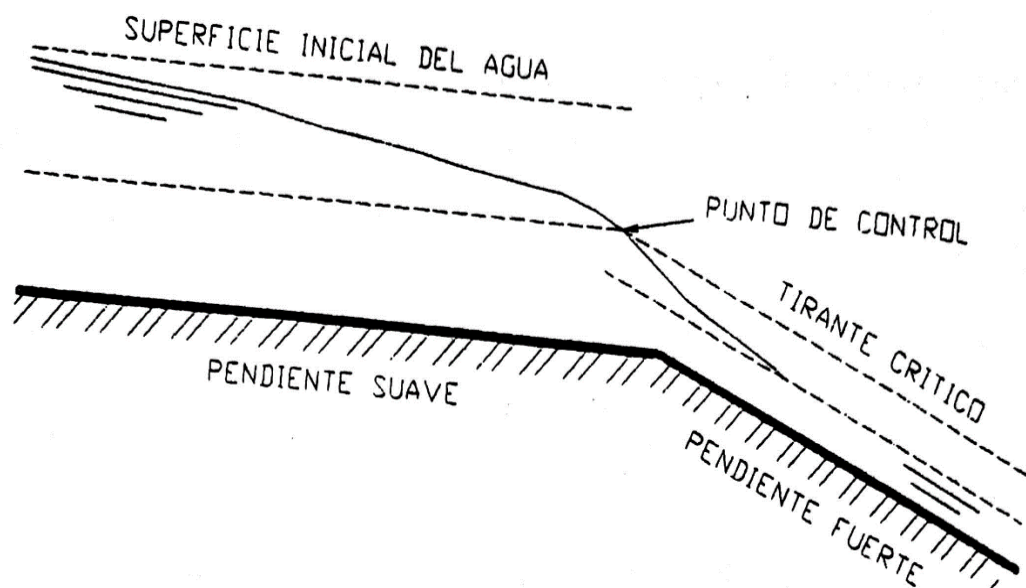


Figura 8. Características de una sección de canal

Donde T = anchura en la parte superior del canal en m

Para canales rectangulares el tirante crítico puede calcularse por la ecuación:

$$dc = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{b^2g}} \dots\dots\dots (09)$$

Donde:

dc = Profundidad critica en (m)

Q = Cantidad de flujo o descarga en (m<sup>3</sup>/seg)

b = Anchura del canal en (m)

La energía específica inicial es alta cuando el canal es plano debido al tirante normal grande, conforme disminuye el tirante corriente abajo, la energía específica también se reduce y llega a un mínimo.

### 2.2.17. Ancho de solera (B)

Según MORALES UCHOFÉN, Viene a ser la base del canal. Resulta muy útil para cálculos posteriores fijar de antemano un valor para el ancho de solera, con lo cual se pueden manejar con facilidad las fórmulas para calcular los tirantes.

Fórmulas para calcular los tirantes.

Una forma práctica de fijar el ancho de solera se basa en el caudal, como se muestra en la



**Tabla 5***Ancho de Solera en Funcion del Caudal a Conducir*

Caudal Q m <sup>3</sup> /seg.	Plantilla (B)
Menor de 0.10	0.30
Entre 0.10 y 0.20	0.50
Entre 0.21 y 0.40	0.75
Mayor de 0.40	1.00

Fuente: Ing. Walter Morales Uchofén, Infraestructura de Riego

En la Figura N° 5, se observa el ancho de solera o la distancia de la base del canal.

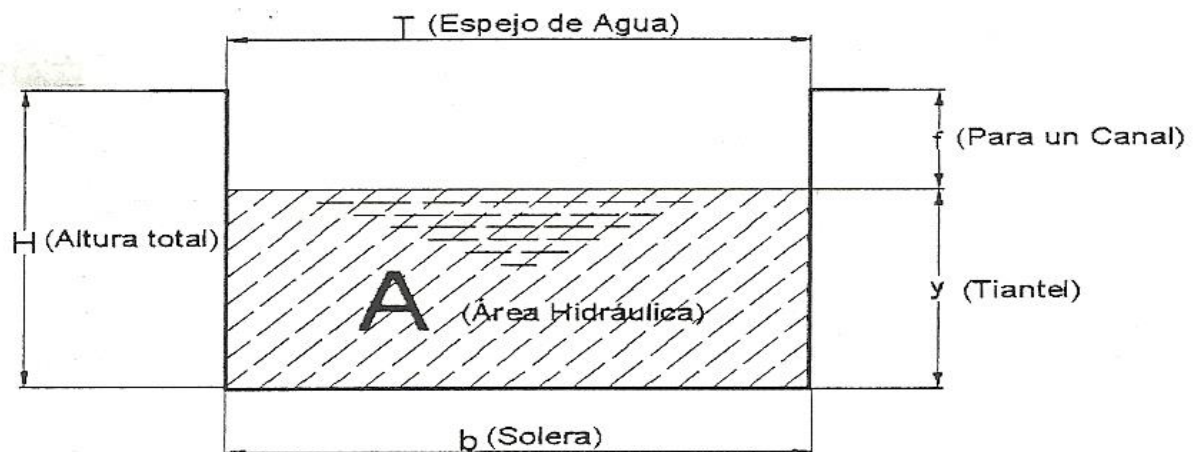


Figura 9. Sección Rectangular de un Canal.

### 2.2.18. Coeficiente de Rugosidad (n)

Según ROSEL CALDERON, El coeficiente de rugosidad (n) es un parámetro que determina el grado de resistencia, que ofrecen las paredes y fondo del canal al flujo del fluido.

Mientras más áspero o rugosas sean las paredes y fondo del canal, más dificultad tendrá el agua para desplazarse.

Este parámetro ha sido muy estudiado por muchos investigadores en el laboratorio, por lo que se ha elaborado una tabla para los diferentes valores de “n”, dependiendo del material que aloja el canal.

La tabla representa solo una guía, ya que el canal a diseñar no siempre funcionara en las mismas condiciones para las que fueron deducidas.

**Tabla 6***Coefficiente de Rugosidad (n) de Manning*

Material	Coefficiente de rugosidad (n)
Cloruro de Polivinilico	0.009
Asbesto de Cemento	0.012
Concreto reforzado prefabricado	0.013
Gras o concreto simple	0.014
<b>Conductos en concreto simple o reforzado fundidos in situ, de sección cicular, rectangular o en herradura</b>	
a) con acabado especial de la superficie	0.015
b) sin acabado especial de la superficie	0.017
<b>Conductos construidos en mampostería de ladrillo</b>	
<b>Cnales de concreto o revestidos en concreto simple o reforzado</b>	
a) con acabado especial de la superficie	0.015
b) sin acabado especial de la superficie	0.017
Canales o cunetas revestidas en concreto simple o ladrillo	0.017
Canales excavados en tierra	0.035
Canales excavados en tierra recubiertos con vegetacion	0.027 - 0.050
Canales excavados en roca	0.035 - 0.060

Fuente: Riarcto Alfredo Lopez Cualla, "Diseño de Acueductos"

**2.2.19. Borde Libre (n)**

Según MORALES UCHOFÉN, Es la distancia vertical entre la superficie del flujo para el tirante normal y la corona de los bordos del canal (ver Figura N° 07). Se deja este desnivel como margen de seguridad al canal con el objetivo de evitar desbordamientos.

RUSELL CALDERON, Dice, Cuando el caudal es menor de 2.00 m<sup>3</sup>/s es suficiente 0.3 m. el Bureau of Reclamation utiliza (canales mayores a 2.00 m<sup>3</sup>/s) para canales con régimen supercrítico la fórmula:

$$f = 0.60 + 0.0037 v^2 y^{1/2} \dots\dots\dots (10)$$

**Tabla 7***Borde libre con relacion al caudal*

Q (m <sup>3</sup> /s)	f (m)
Menor de 0.5	0.3
Mayor de 0.5	0.4

Fuente: Morales Uchofén, Infraestructura De Riego – Parte I

**Tabla 8***Borde Libre con relación al ancho de solera*

<b>b (m)</b>	<b>f (m)</b>
Hasta 0.80	0.4
0.80 - 1.5	0.5
1.50 - 3.00	0.6

Fuente: Morales Uchofén, INFRAESTRUCTURA DE RIEGO – PARTE I

**2.2.20. Talud de Cunetas (Z)**

Según ROSEL CALDERON, “Es la inclinación de las paredes de los canales que dependen de la geología de los terrenos que atraviesan”.

En la Tabla 9, se muestra los taludes recomendables.

**Tabla 9***Taludes Recomendables (Horizontal – Vertical)*

<b>Para Cortes en:</b>	<b>Talud</b>
Conglomerado	1:1
Suelos arcillosos	1:1
Suelos areno - limosos	1.5:1
Suelos arenosos	2:1
Suelos arenosos sueltos	3:1
Roca alterada suelta	0.5:1
Roca sana	0.25:1
<b>Para rellenos</b>	
Tierra vegetal, arcilla	1.5:1
Suelo arenoso	3:1

Fuente: Cesar Arturo Rosell Calderón, COLECCIÓN EL INGENIERO CIVIL CAPITULO DE INGENIERO CIVIL.

**2.2.21. Velocidad (V)**

Según MORALES UCHOFÉN, Es el diseño de canales, la velocidad es un parámetro que es necesario verificar de tal manera que estén en un rango cuyos límites son los que se muestra en las tablas siguientes:

**Velocidad minina**

Que no produzcan sedimentación (depósitos de materiales sólidos en suspensión), valores experimentales se indican a continuación en la tabla N° 11, velocidades menores, disminuyen la capacidad de conducción del canal.

**Tabla 10***Criterios de Velocidades Mínimas (vmin)*

Fuente	Fuente
Frederic S. Merritt, MANUAL DEL INGENIERO CIVIL volumen II, Pag. 22-8 y para alcantarillado pluvial	2 pies/s (0.61 m/s) 3 pies/s (0.91 m/s)
CAPECO, REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES, Pag. 485 - secc. S.124.2}	0.60 m/s
Cesar Arturo Rosell Calderón, IRRIGACION del Capítulo de Ingeniería Civil - Consejo Departamental de Lima. Tomo 14, Pag. 147 -148, Donde $\beta$ = Coeficiente que depende del material en suspensión y = altura del agua en metros.	$\beta \cdot y^{0.64}$
Ricardo Alfredo López Cualla, DISEÑO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS, Pag. 319 . Según la Empresa de acueductos de Bogotá. . Otras normas.	0 m/s 0.80 - 0.90 m/s
Máximo Villón vejar, Programa H canales para Windows, versión 2.0	0.30 m/s

Fuente: Walter Morales Uchofen. Infraestructura de riego

**Velocidad Máxima (Vmax)**

Que no produzcan erosión en las paredes y fondo del canal, valores que sobrepasan las velocidades máximas permisibles, modifican la rasante y crean dificultades al funcionamiento de las estructuras que tenga el canal. Valores experimentales indican valores máximos recomendadas, según las tablas N° 12 al N° 15. Verificar que las velocidades de diseño, están comprometidas entre los límites indicados.

**Tabla 11***Velocidades Maximas según material de la tubería*

Material de la Tubería	Vmax (m/s)
Cerámica vitrificada	5
Asbestos Cemento - Plástico PVC	3
Fierro Fundido y acero	5
Concreto	3

Fuente: CAPECO, REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES, Pag 485

**Tabla 12***Velocidades Maximas según las características del material en el cual estan alojados*

Características de los suelos	Vmax (m/s)
Canales en tierra franca	0.60
Canales en tierra arcillosa	0.80
Canales revestidos con piedras y mezcla simple	1.00
Canales con mampostería de piedra y concreto	2.00
Canales revestidos con concreto	3.00
Canales en roca: Pizarra	1.25
Areniscas consolidadas	1.50
Rocas duras, granito, etc.	3.00 - 5.00

Fuente: Morales Uchofen, Walter. "Infraestructura de riego"

**Tabla 13**

*Velocidades Máximas permisibles con revestimiento de “Concreto” según los siguientes investigadores*

<b>Investigador</b>	<b>Vmax (m/s)</b>
Gómez Navarro J.	4.50
Trueba Coronel, S.	4.57
Linsley - Franzini	3.60
Manual de Obreros de Regadío.	3.00

Fuente:

Ing° Walter Morales Uchofén, Infraestructura De Riego.

**Tabla 14**

*Velocidades Máximas permisibles*

<b>Material</b>	<b>Vmax (m/s)</b>
Revestido de concreto	3.0 - 6.0
Ladrillo de Concreto	2.5 - 3.5
Mampostería de piedra y concreto	2.00
Terreno revestido de zacate	0.9 - 1.0
Terreno arcilloso	0.8 - 0.9
Terreno arenoso	0.5 - 0.7

Fuente: Maximo Billon Bejar, HCANALES

## **2.2.22. Velocidades Máxima y Mínima del Agua Pluvial para la solución con tuberías (llenas)**

Según La Normatividad Para El Sistema De Drenaje Pluvial, Para el caso de tuberías parcialmente llenas se aplicará para el cálculo de la velocidad la siguiente fórmula.

$$V = \left( \frac{r_h^{2/3} \times S^{1/2}}{n} \right) \dots\dots\dots (11)$$

Donde:

V : velocidad media del flujo en m/s.

$r_h$  : radio hidraulico de la tuberia, canal  $r_h = \frac{A}{P_m}$

A : Area transversal del flujo en m<sup>2</sup>

P<sub>m</sub> : Perimetro mojado en m.

S : Pendiente hidraulica del tramo  $h/l$  (m/n).

n : Coeficiente de rugosidad (ver Tabla N° 07).

**Tabla 15***Velocidades Máximas y Mínimas permisibles en Tuberías*

Material de la Tubería	Velocidad (m/s)	
	Mínima	Máxima
Concreto simple hasta 45 cm de diámetro	0.30	3.00
Concreto reforzado a partir de 60 cm de diámetro	0.30	3.50
Acero con revestimiento		
Acero galvanizado		
Asbesto cemento		
fierro fundido	0.30	5.00
Hierro dúctil		
PEAD (Polietileno de Alta Densidad)		
PVC (Policloruro de Vinilo)		

Fuente: Normatividad Para El Sistema De Drenaje Pluvial

**2.2.23. Salto Hidráulico**

Según MERRITT, Frederick. Viene a ser el aumento abrupto en el tirante de agua que circula con gran rapidez. El flujo en el salto cambia de una etapa supercrítica a una subcrítica, con pérdida de energía cinética.

Un salto hidráulico es el único medio por el cual el tirante puede cambiar de menos de crítica a más de crítica en un canal uniforme.

Un salto ocurre por dos condiciones:

Cuando exista flujo supercrítico en un canal de pendiente subcrítica, esta condición ocurre cuando existe cambio abrupto en la pendiente del canal.

Cuando un canal de mucha pendiente entre a un depósito. Esta condición ocurre cuando el flujo en el canal de pendiente pronunciada está bloqueado por una obstrucción.

El cambio en el tirante ocurre sobre una distancia finita, conocida como longitud del salto.

El tirante antes de un salto es el tirante inicial y el tirante después del salto es el tirante subsiguiente. La energía específica para el tirante subsiguiente es menor que para el tirante inicial debido a la disipación de energía dentro del salto.

La pérdida de carga en cualquier salto es igual que la diferencia en su carga de energía específica antes y después del salto. La diferencia se expresa:

$$\Delta H_e = H_{e1} - H_{e2}$$

Donde:

$H_{e1}$  = Carga de energía específica de la corriente antes del salto en m

$H_{e2}$  = Carga de energía específica de la corriente después del salto en m

En la siguiente figura nos muestra este fenómeno:

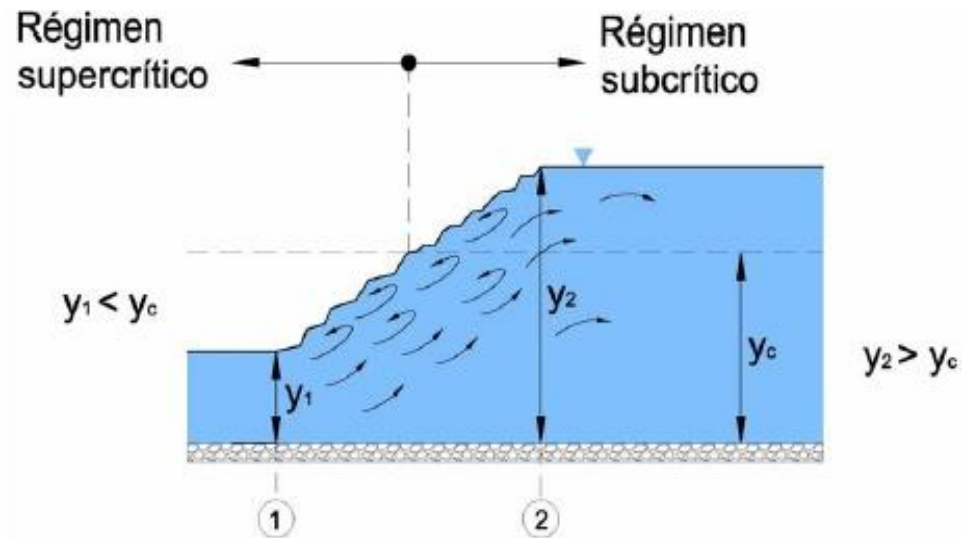


Figura 10.. Salto Hidraulico (Fuente: [www.cuevadelcivil.com](http://www.cuevadelcivil.com))

Generalmente, el resalto se forma cuando en una corriente rápida existe algún obstáculo o un cambio brusco de pendiente. Esto sucede al pie de estructuras hidráulicas tales como vertederos de demasías, rápidas, salidas de compuertas con descarga por el fondo, etc., lo que se muestra en la figura siguiente:

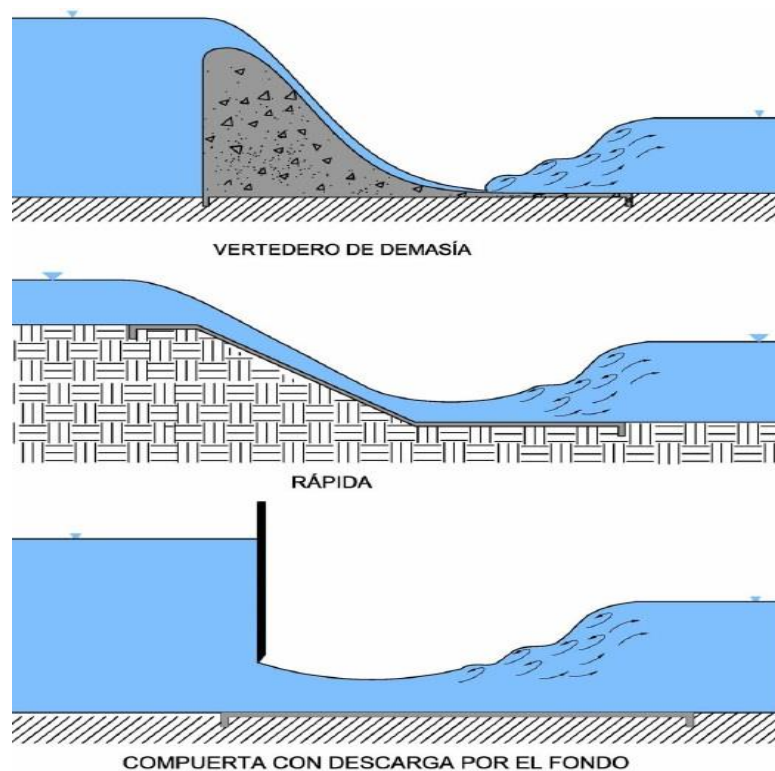


Figura 11. Lugares apropiados para formarse el resalto hidraulico (Fuente: [www.cuevadelcivil.com](http://www.cuevadelcivil.com) )

En un resalto como el que se muestra en la figura siguiente se pueden realizar las siguientes observaciones:

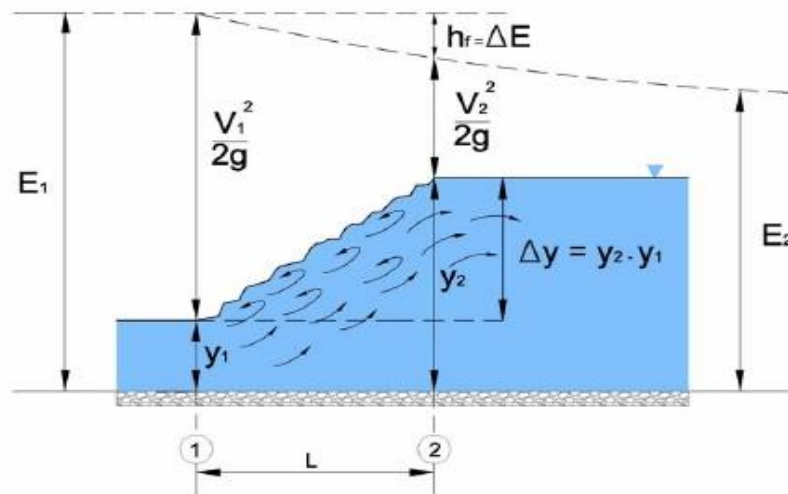


Figura 12. Elementos del resalto hidráulico (Fuente: [www.cuevadelcivil.com](http://www.cuevadelcivil.com) )

Antes del resalto, cuando el agua escurre todavía en régimen rápido, predomina la energía cinética de la corriente, parte de la cual se transforma en calor (pérdida de energía útil) y parte en energía potencial (incremento del tirante); siendo esta la que predomina, después de efectuado el fenómeno.

En la figura anterior, las secciones (1) y (2) marcan esquemáticamente el principio y el final del resalto. Los tirantes y1 y y2 con que escurre el agua antes y después del mismo se llaman tirantes conjugados.

Dónde:

y2 = tirante conjugado mayor

y1 = tirante conjugado menor

La diferencia:  $y2 - y1$  es la altura del resalto y L su longitud; existen muchos criterios para encontrar este último valor.

E1 es la energía específica antes del resalto y E2 la que posee la corriente después de él. Se observa que en (2) la energía específica es menor que en (1) debido a las fuertes pérdidas de energía útil que el fenómeno ocasiona; esta pérdida se representa como:  $E1 - E2$ .

Además de su mérito como disipador natural de energía, el resalto hidráulico tiene muchos otros usos prácticos, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- a) Prevención o confinamiento de la socavación aguas debajo de las estructuras hidráulicas donde es necesario disipar energía.



- b) Mezclado eficiente de fluidos o de sustancias químicas usadas en la purificación de aguas, debido a la naturaleza fuertemente turbulenta del fenómeno.
- c) Incremento del caudal descargado por una compuerta deslizante al rechazar el retroceso del agua contra la compuerta. Esto aumenta la carga efectiva y con ella el caudal.
- d) La recuperación de carga aguas debajo de un aforador y mantenimiento de un nivel alto del agua en el canal de riego o de distribución del agua.

#### 2.2.24. Sección de Máxima Eficiencia Hidráulica o sección optima

Según MERRITT, Frederick. Un canal alcanza su máxima eficiencia hidráulica, cuando tiene el perímetro mojado es lo más corto para un área transversal dada.

La sección rectangular de máxima eficiencia tiene un tirante de flujo igual que la mitad de la anchura para canales rectangulares.

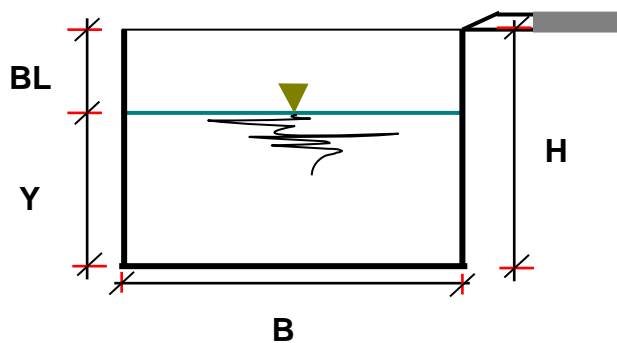


Figura 13. Seccion de maxima eficiencia hidraulica

Donde:

$B$  = Plantilla o fondo del canal

$T$  = Espejo de Agua

$Y$  = Tirante de agua

$BL$  = Borde libre

$H$  = Altura interior total de la estructura ( $y + BL$ )

$A = by$  pero  $B = 2y$

$P = b + 2y$

$A = 2y - y = 2y^2$

$P = 2y + 2y = 4y$

$R = A/P = y/2$

$Q_n/S^{1/2} = AR^{2/3} = 2y^2 * (y/2)^{2/3}$

$$\begin{aligned}
 &= 2 y^2 * \left(\frac{y^{2/3}}{2^{2/3}}\right) \\
 &= 2 * 2^{1-2/3} * y^{2+2/3} \\
 Q_n / S^{1/2} &= 2^{1/3} * y^{8/3}
 \end{aligned}$$

### 2.2.25. Unión de Colectores

Según LOPEZ CUALLA, Ricardo. La unión de colectores se hace mediante los buzones o pozos. Para realizar el empalme de los colectores se pueden realizar por cualquiera de los tres métodos:

- Empalme por la Cota Clave (cota superior del colector)
- Empalme por la Cota de Fondo (Cota inferior del colector)
- Empalme por la Línea de Energía

De los tres métodos, los más utilizados son el empate por cota clave y el empate por línea de energía.

#### Empalme por Cota Clave

Este tipo de empalme se realiza en colectores cuya área sea inferior a 1.32 m<sup>2</sup>, y cuyo régimen de flujo sea subcrítico. Consiste en igualar las cotas superficiales de los colectores de entrada y salida, entonces la caída  $\Delta H_c$  en el pozo o buzón es la diferencia de las alturas  $H$  de cada colector.

Este tipo de empate si bien no es muy recomendado desde el punto de vista hidráulico ya que puede darse el caso donde el colector aguas abajo, pueda tener un área menor que el colector aguas arriba, pero con un caudal mayor lo que originaría un remanso en el flujo del colector aguas arriba, dificultando la circulación en forma continua.

Sin embargo, es el más práctico por cuanto no necesita de mayores cálculos.

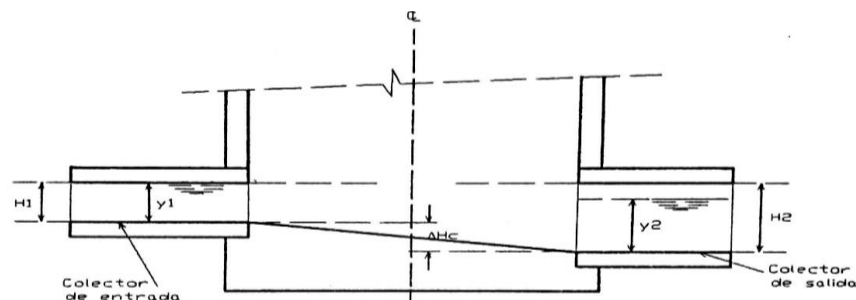


Figura 14. Empalme por Cota Clave

### Empalme por Cota de Fondo

Este tipo de empalme se realiza en colectores cuya área inferior a 0.25 m<sup>2</sup>, y cuyo régimen de flujo sea subcrítico. Consiste en igualar las cotas inferiores de los colectores de entrada y salida.

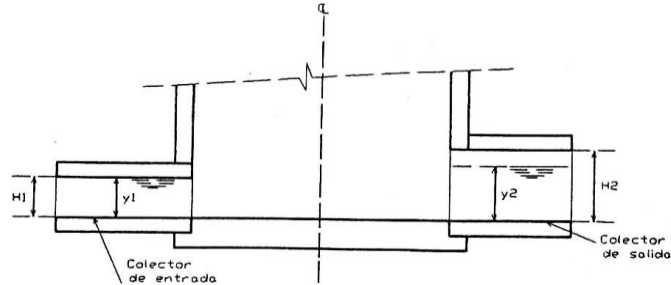


Figura 15. Empalme por Cota de Fondo

No es recomendable este tipo de empalme por cuanto el flujo en el colector aguas abajo es mayor que en el colector aguas arriba, creando este un remanso que impide evacuación del flujo rápidamente.

### Empalme por Línea de Energía

Este tipo de empalme es empleado para cualquier área y para régimen del flujo subcrítico o supercrítico. Consiste en igualar la cota de energía del colector principal entrante al pozo, con la cota de energía del colector saliente.

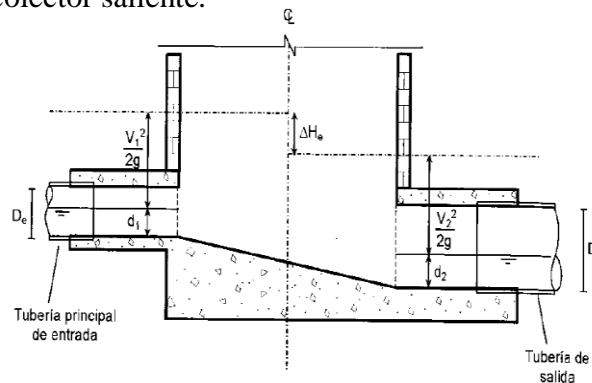


Figura 16. Empalme por Línea de Energía

#### 2.2.26. Pérdidas de Energía en Colectores

Según LOPEZ CUALLA, Ricardo. Al realizar el empalme se producen varias pérdidas de energía, siendo estas pérdidas por cambio de dirección la pérdida de intersección.

$$\Delta H_p = \Delta H_c + \Delta H_e$$

Donde:

$$\Delta H_p = \text{Pérdida total}$$

$\Delta H_c$  = Pérdida de energía por cambio de dirección

$\Delta H_e$  = Pérdida de energía por la intersección

### **Pérdida de Energía por Cambio de Dirección**

La pérdida por cambio de dirección, para flujo subcrítico o flujo supercrítico, es calculada en función de la relación entre el radio de curvatura o del buzón y el ancho interior “B” de salida del colector.

### **Pérdida de Energía por la Transición y/o Intersección**

Las pérdidas en una transición obedecen al aumento o a la disminución de la velocidad debida a un cambio de la sección del colector.

#### **b.1) Para un aumento de la velocidad**

$$\Delta H_e = K \left( \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right) \dots\dots\dots (12)$$

Donde:

$K = 0.2$ , para un aumento de la velocidad

$V_2$  = Velocidad aguas abajo

$V_1$  = Velocidad aguas arriba

#### **b.2) Para una disminución de la velocidad**

$$\Delta H_e = \left( \frac{Y_2 - Y_1}{4Y_2 Y_1} \right)^3 \dots\dots\dots (13)$$

Donde:

$Y_2$  = Tirante aguas abajo

$Y_1$  = Tirante aguas arriba

### **2.2.27. Grado de Protección**

Es el nivel aceptable de riesgo de ocurrencia de años o molestias.

#### **Protección Básica**

Acciones preventivas y correctivas encaminadas a evitar al máximo posible los daños que las aguas de lluvias puedan ocasionar a las personas y a las propiedades en el medio urbano.

### **Protección Complementaria**

Acciones preventivas y correctivas encaminadas a garantizar el normal desenvolvimiento de la vida diaria en la población, permitiendo un apropiado tráfico de personas y vehículos durante la ocurrencia de precipitaciones.

Siendo el riesgo en el primer caso menor que en el segundo, por cuanto la protección de las personas y propiedades debe ser mayor que la garantía del tráfico de las personas y vehículos.

### **2.2.28. Periodo de Retorno**

Según el Manual De Hidrologia Y Dernaje. El tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada “T” años, se le denomina periodo de retorno. Si se supone que los eventos anuales son independientes, es posible calcular la probabilidad de falla para una vida útil en “n” años.

El periodo de retorno suele ser un requisito fundamental para el diseño de obras de ingeniería, ya que permite establecer el valor mínimo de un determinado parámetro (precipitación de lluvia) que debe ser soportado por la obra para considerar que es suficientemente segura. Al mismo tiempo que se diseña para ese valor mínimo, se evita el diseño para valores superiores, evitando así un sobredimensionamiento excesivo. No obstante, algunos especialistas consideran que ciertos periodos de retorno son excesivamente conservadores, y que deberían rebajarse por dar lugar a obras demasiado costosas y seguras; se trata de una lucha entre la seguridad y la economía.

El período de retorno para el cual se debe dimensionar una obra es evaluado en función de motivos económicos (valor de reposición en caso de fallo o de destrucción de infraestructuras o recursos productivos), sociales (posibilidad de pérdida de vidas humanas), estratégicos, etc.

El período de retorno es uno de los parámetros más significativos a ser tomado en cuenta en el momento de dimensionar una obra hidráulica destinada a soportar avenidas, como por ejemplo: el vertedero o aliviadero de una presa, obras que crucen sobre corrientes de agua, etc.

En hidrología es frecuente considerar zona inundable a aquella que es cubierta por las aguas en tormentas de hasta quinientos años de periodo de retorno. Esto significa que la cantidad de lluvia caída en un sólo día para ese periodo de retorno solamente se iguala o supera,

estadísticamente, una vez cada 500 años. En términos numéricos se expresa que la probabilidad de que se presente una precipitación de tal magnitud o superior en un determinado año es  $p = 1/500 = 0.002 = 0.2\%$ ; o bien, la probabilidad de que no se presente es la complementaria,  $1 - p = 0.998 = 99,8\%$ . Sin embargo, eso no implica que no puedan producirse dos tormentas de intensidad igual o superior a la de 500 años en dos años consecutivos; pero en promedio será una vez cada 500 años.

En general, si un evento tiene un periodo de retorno de  $t_p$  años, el número medio de eventos que estadísticamente pueden presentarse en un año determinado es: 
$$n = \frac{1}{t_p}$$
.

Algunos de los períodos de retorno generalmente aceptados son los siguientes:

Obras hidráulicas para canalización de aguas de lluvia en ciudades de tamaño de mediano a grande: de 20 a 50 años.

Obras hidráulicas para canalización de aguas de lluvia en ciudades pequeñas: de 5 a 10 años;

Puentes de carretera: entre 50 y 500 años.

Aliviaderos o vertederos para presas con poblaciones aguas abajo: entre 1.000 y 10.000 años.

El gasto del proyecto es el evento máximo de ocurrencia contra cuyos efectos deben evitarse los daños e inconvenientes a las personas y/o propiedades y el desenvolvimiento de la población. Por ejemplo, si se acepta como evento máximo el correspondiente a un periodo de retorno de 25 años, significa que se está protegiendo contra los efectos del gasto que ocurren en promedio de largo periodo cada 25 años y que, en consecuencia, cualquier otro evento con una frecuencia menor o sea un periodo mayor de retorno, si podrá causar daños e inconvenientes.

### Periodo de Retorno para la Protección Básica

Los periodos de retorno seleccionados en diferentes países son sumamente variables, desde una protección absoluta (estimación del máximo evento posible) hasta 5 y 50 años de frecuencia, dependiendo de la magnitud de la ciudad y de las obras.

**Tabla 16**

*Probabilidad de Ocurrencia*

Periodo De Retorno	Vida Útil De La Obra O Propiedad (Años)					
	2	5	10	20	50	100
100	0.02	0.05	0.10	0.18	0.39	0.63
50	0.04	0.10	0.18	0.33	0.64	0.87
25	0.06	0.08	0.34	0.56	0.94	0.98

$$J = 1 - P^n = 1 - \left(1 - \frac{1}{TR}\right)^n \dots\dots\dots (14)$$

Donde:

J : Riesgo Hidraulico

$$J = 1 - \left(1 - \frac{1}{100}\right)^{20} = 1 - (1 - 0.01)^{20} = 0.18$$

$$J = 1 - \left(1 - \frac{1}{50}\right)^{20} = 1 - (1 - 0.02)^{20} = 0.33$$

$$J = 1 - \left(1 - \frac{1}{50}\right)^{20} = 1 - (1 - 0.04)^{20} = 0.56$$

Por ejemplo, una propiedad con una vida útil 20 años tendría un 18% de probabilidad de ser inundada durante un lapso si el periodo de retorno fuese 100 años. Debe tomarse en cuenta que cualquier acción de tipo correctiva, que se proyecte para 100 años de frecuencia, representara seguramente un elevado costo.

Se debe tener siempre presente, que el gasto del proyecto tenga un periodo de retorno de 100 años, no significa necesariamente que la obra a construir tenga una capacidad equivalente a ese gasto, si no por el contrario, se debe propiciar medidas adecuadas para mitigar esa capacidad.

Esta protección que significa una probabilidad de ocurrencia de solo 0.2%, puede ser tan sencilla como aumentar la cota mínima de las edificaciones nuevas, en el caso de que ellas existen, construir pequeños muros de protección.

### **Periodo de Retorno para la Protección Complementaria**

Se puede aceptar un riesgo mayor en materia de garantizar el tránsito de personas y vehículos.

Para delimitar el periodo del gasto del proyecto se deberá analizar el adecuado uso de la tierra y tipo de la vía terrestre

La tabla 16 debe ser empleada con flexibilidad, pues su aplicación estricta en cuanto a usos puede llevar a una subdivisión excesiva de las áreas urbanas y complicar innecesariamente la fijación de los periodos de retorno.

Por ello cuando se menciona el tipo de uso, debe entenderse el dominante en el área.

Cuando no exista uso predominante se puede tomar conservadoramente el de mayor periodo de retorno.

En el Perú no ha sido establecida una clasificación oficial de los tipos de vías terrestres urbanas; es así como existen desde las superautopistas hasta las viejas calles de terrazo colonial e inclusive las no pavimentadas de los barrios en proceso de formación.

La tabla N° 19 es un complemento de la tabla N° 16, es decir una vez establecidos los periodos de retorno de acuerdo a esta última, debe comprobarse si dentro de las diferentes áreas existen vías terrestres a las que les corresponden.

**Tabla 17**

*Frecuencia de Diseño en Funcion del Tipo de Zona*

<b>Descripción de la zona</b>	<b>Frecuencia (años)</b>
Zona Residencial	3 - 10
Zona Comercial e industrial	10 -50
Colectores Principales	10 - 100

**Tabla 18**

*Frecuencia de Diseño Según el Area Drenada*

<b>Área drenada</b>	<b>Frecuencia (años)</b>
Menor de 3 Ha	3
Entre 3 y 10 Ha	5
Mayor de 10 Ha	10

**Tabla 19**

*Uso de la Tierra en Periodos de Retorno para la Proteccion Complementaria*

<b>Tipo de Uso</b>	<b>Tr (años)</b>
a) Zonas de Actividad comercial	10
b) Zonas de Actividad Industrial	10
c) Zonas de Edificios Públicos	10
d) Zonas Residenciales de Alta y Media Densidad (R5, R6, R7, R8) (*)	5
e) Zonas Residenciales Unifamiliares y Multifamiliares de baja densidad (R1-S, R1, R2) (**)	2
f) Zonas recreativas de alto valor e Intenso uso por el publico	2
g) Otras Áreas Recreativas	1



**Tabla 20***Tipo de Via y Periodo de Retorno Minimo Para la Proteccion Complementaria*

<b>Tipo de via</b>	<b>Tr (años)</b>
<b>Vialidad arterial</b>	
Autopistas urbanas y avenidas que garantizan la comunicación básica de la ciudad	10
<b>Vialidad distribuidora</b>	
Vías que distribuyen el tráfico proveniente de la vialidad arterial o que la alimentan	5
<b>Vialidad local</b>	
Avenidas y calles cuya importancia no traspasa la zona severa	2
<b>Vialidad especial</b>	
acceso a instalaciones de seguridad nacional y servicios públicos vitales	10

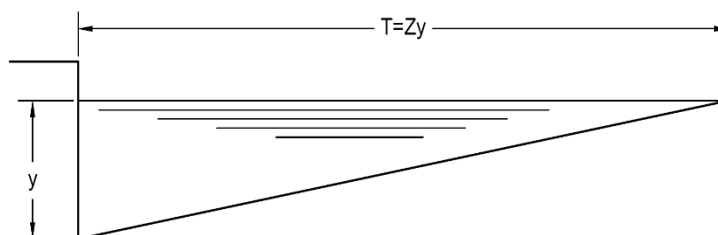
**2.2.29. Capacidad Hidráulica de Calles y Avenidas**

En un sistema de drenaje pluvial urbano es necesario conocer las alturas que alcanza el agua escurriendo por la calle, no solo para determinar la limitación en lo que a anchos permisibles de inundación sino calcular la capacidad de intercepción de los sumideros y la divisoria de caudales en las intersecciones de las calles.

Las secciones hidráulicas de las calles y avenidas se caracterizan por ser un conducto de sección triangular con uno de sus caras verticales y la otra inclinada (ver Figura N° 16) Dependiendo de la pendiente transversal, el flujo se concentra hacia los brocales a ambos lados.

**Calculo Hidráulico de calles**

La capacidad hidráulica de las calles puede calcularse a partir de la fórmula de Manning, expresada en la formula desarrollada por Izzard.

*Figura 17. Capacidad Hidraulica de una Calle*

$$Q = 0.00175 * \frac{Z}{n} * Y^{\frac{3}{8}} * S_o^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (49)$$

Donde:

Q = Gasto en l/s

Z = 1/Sx, siendo Sx la pendiente transversal de la calle

Y = La profundidad del agua en el brocal cuneta en cm.

So= La pendiente longitudinal de la calle

n = El coeficiente de rugosidad de Manning

en los tramos donde se considerará cunetas cerradas o con techos se hará el cálculo obligatorio de la sección hidráulica de las calles y el cálculo de sumideros, nuestro proyecto considera el área de las secciones de calles para el cálculo de caudales, por lo que planteamos la formula (49) para los cálculos correspondientes en los tramos necesarios.

Cabe mencionar en nuestro proyecto se considerará todas las calles con secciones abiertas, nuestro proyecto contempla el cálculo hidráulico que se presentara a la municipalidad Distrital de Sauce, donde los proyectistas plantearan en que tramos se considerara secciones cerradas donde se diseñara las obras complementarias como sumideros para la evacuación rápida del caudal de agua de las calles hacia las cunetas.

### 2.3. Marco Conceptual

Definición de términos básicos

**Alcantarillado pluvial.**- conjunto de alcantarillas que transportan agua de lluvia.

**Ancho de solera.**- viene a ser la base del canal.

**Area hidraulica.**- el área hidráulica o área mojada es el área de la sección transversal del flujo normal a la dirección del flujo.

**Base.**- capa de suelo compactado, debajo de la superficie de rodadura de un pavimento.

**Berma.**- zona lateral pavimentada o no de las pistas o calzadas, utilizados para realizar parada de emergencias y no de causar interrupción del tránsito en la vía.

**Bombeo de la pisata.**- pendiente transversal contada a partir del eje de la pista con que termina una superficie de rodadura vehicular, se expresa en porcentaje.

**Borde libre.**- es la distancia vertical entre la superficie del flujo para el tirante normal y la corona de los bordos del canal.

**Canal.**- conducto abierto o cerrado que transporta agua de lluvia.

**Caudal de diseño.**- es el caudal máximo de escorrentía a utilizar en el diseño hidráulico de las estructuras.

**Carga hidráulica.**- suma de las cargas de velocidad. Presión o posición.

**Clima.**- conjunto de los caracteres atmosféricos que tipifican una región o espacio geográfico determinado

**Coefficiente de escorrentia.**- coeficiente que indica la parte de la lluvia que escurre superficialmente.

**Coefficiente de fricción.**- coeficiente de rugosidad de manning. Parámetro que mide la resistencia al flujo en las canalizaciones.

**Coefficiente de rugosidad.**- el coeficiente de rugosidad (n) es un parámetro que determina el grado de resistencia, que ofrecen las paredes y fondo del canal al flujo del fluido.

**Cuenca.**- es el área de terreno sobre la que actúan las precipitaciones pluviométricas y en las que las aguas drenan hacia una corriente en un lugar dado.

**Cuneta.**- estructura hidráulica descubierta, estrecha y de sentido longitudinal destinada al transporte de aguas de lluvia, generalmente situada al borde de la calzada.

**Dren.**- zanja o tubería con que se efectúa el drenaje.

**Drenaje.**- retirar del terreno el exceso de agua no utilizable.

**Drenaje urbano.**- drenaje de poblados y ciudades siguiendo criterios urbanísticos.

**Duración de la lluvia.**- es el intervalo de tiempo que media entre el principio y el final de la lluvia y se expresa en minutos.

**Escorrentia superficial.**-viene a ser el caudal que fluye sobre el terreno y sobre las edificaciones es decir, la porción que no ha sido absorbida por el suelo o infiltrado, ni se ha evaporado a la atmosfera.

**Evaporación.**- es el conjunto de fenómenos que transforman el agua en vapor mediante un proceso específicamente físico.

**Frecuencia de lluvias.**- es el número de veces que se repite una precipitación de intensidad dada en un periodo de tiempo determinado, es decir el grado de ocurrencia de una lluvia.

**Flujo uniforme.**- flujo en equilibrio dinámico, es aquel en que la altura del agua es la misma a lo largo del conducto y por tanto la pendiente de la superficie del agua es igual a la pendiente del fondo del conducto.

**Hidrologia.**- ciencia que trata el agua en la naturaleza: sus propiedades, distribución y comportamiento como tal.

**Intensidad de la lluvia.-** es el caudal de la precipitación pluvial en una superficie por unidad de tiempo. Se mide en milímetros por hora (mm/hora) y también en litros por segundo por hectárea (ls / ha).

**Periodo de retorno.-** periodo de retorno de un evento con una magnitud dada es el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualen o exceden una magnitud especificada.

**Precipitación.-** fenómeno atmosférico que consiste en el aporte de agua a la tierra en forma de lluvia, llovizna, nieve o granizo.

**Revestimiento.-** recubrimiento de espesor variable que se coloca en la superficie interior de un conducto para resistir la acción abrasiva de los materiales solidos arrastrados por el agua.

**Tiempo de concentración.-** es definido como el tiempo requerido para que una gota de agua caída en el extremo más alejado de la cuenca, fluya hasta los primeros sumideros y de allí a través de los conductos hasta el punto considerado.

**Tirante.-** es la distancia vertical, desde el fondo del canal hasta la superficie del flujo.

**Rápidas.-** las rápidas son estructuras construidas en aquellos tramos de canal, donde es necesario cambiar la cota de la superficie libre de agua.

**Velocidad.-** en el diseño de canales, la velocidad es un parámetro que es necesario verificar de tal manera que estén en un rango determinado.

**Velocidad mínima.-** que no produzcan sedimentación (depósito de materiales sólidos en suspensión).

**Velocidad máxima.-** que no produzcan erosión en las paredes y el fondo del canal.

## 2.4. Marco Histórico

La localidad de Sauce desde su creación hasta la fecha ha experimentado grandes cambios y un desarrollo lento sin un Plan de Desarrollo Urbano establecido, la ciudad crece sin una zonificación establecida, sin áreas verdes, por lo que se debe comenzar a trabajar para mejorar el ornato de la ciudad, los servicios públicos y convertir a la ciudad en un espacio más atractivo para los turistas y visitantes.

Evocaremos el crecimiento de Sauce desde su descubrimiento hasta su creación política como distrito.

### 2.4.1. Nombre del Distrito de Sauce

De toda la información conocida tanto escrita como oral, existen varias versiones respecto al nombre del actual distrito de Sauce. Todo nace desde el descubrimiento del lago Sauce, siendo su primer nombre de Sauci Cocha.

Hay dos respuestas sobre el origen de Sauce, que es lo que conocemos a través de la historia de los primeros pobladores que se contó a través de la historia del distrito de Sauce.

Se dice que fueron los indígenas del caserío de Machungo a orillas del Huallaga quienes la pronunciaron, o la escucharon a algún otro nativo que pudieron haber encontrado a orillas de la laguna, con quien dialogaron estos tres cazadores que llegaron a este lugar. Si nos atenemos a la primera respuesta, vemos que es perfectamente posible que los indígenas de la zona de Machungo lo hayan pronunciado, pues en su mayoría fueron también cazadores, lo que les daba la posibilidad de conocer anticipadamente la laguna por su actividad.

Si admitimos la segunda respuesta, observamos que también los cazadores de Tarapoto, una vez llegados a la laguna, si bien es cierto mencionan encuentro alguno con humanos radicados en este lugar, describen que sí escucharon durante su permanencia por la noche ruidos fantasmales como la navegación de botes, silbidos indefinidos, sonido de tambores, aparición de islas flotantes y luces fugaces, lo cual probaría la existencia de núcleos humanos al estado salvaje asentados a la orilla de esta laguna.

Sea cual fuera la respuesta, lo cierto es que estos tres cazadores ya llevaron a Tarapoto el nombre en quechua de Sauci Cocha, que en español quiere decir, laguna de Sauce. Los antiguos pobladores dieron este nombre a su caserío de ese entonces porque existía alrededor del lago gran cantidad de árboles de sauce, y de ahí nace el nombre del distrito. En la actualidad existen estos árboles, pero en pequeñas cantidades que rodean el lago como prueba de que existieron.

#### **2.4.2. Reseña Histórica**

La reconstrucción antigua de los pueblos es una tarea en la que se utilizan muchos métodos y técnicas, en el caso del Perú tal preocupación se inició en el momento mismo de la invasión española, pero solo se planteaban como interrogantes. Por eso los escritores de ese entonces se limitaron en sus crónicas a relatar lo que sus ojos veían de las costumbres de los pueblos conquistados y a mencionar tímidamente la existencia de los pueblos anteriores y de los que solo quedaban leyendas y ruinas.

Se menciona que las poblaciones prehispánicas de San Martín (saucinos, motilones, suchiches, chazutinos, etc.) desarrollaron alianzas y practicaron intercambios, en diferentes momentos históricos y por diversas motivaciones, con diferentes señoríos andinos y costeños.

### **2.4.3. Desarrollo Urbano**

El Distrito de Sauce cuenta con infraestructura urbana insuficiente, no ha tenido un desarrollo urbano constante, la falta de planificación urbana ha llevado a que el distrito tenga un crecimiento desordenado. Sin vías asfaltadas y sin servicios básicos culminados, quedando aún pendiente el mejoramiento del sistema de agua potable, que hasta hoy no existe la fecha de inicio de las obras.

La culminación de los servicios básicos es fundamental para poder desarrollar obras que mejoren el ornato de la ciudad, como pistas, parques y otras obras que puedan darle al Distrito de Sauce un aspecto de crecimiento ordenado y moderno acorde a la historia y al cuidado del medio ambiente.

El problema principal es la contaminación al Lago Sauce, principal fuente del turismo en el Distrito y en la Región San Martín, se han incrementado los botes y motos acuáticas que nadie controla los aceites que emanan de los motores. La deforestación en las cuencas de las quebradas que dan sus aguas al Lago que han disminuido su caudal, y al no tener cobertura boscosa que proteja la escorrentía superficial, todo ello arrasa sedimentos hacia las quebradas y todo ello va hacia el Lago Sauce, creando un problema muy grave, como se puede observar en la desembocadura de las quebradas los sedimentos van ganando terreno aguas adentro, y los dueños de los hoteles van ganando terreno, sin importar el daño que ocasionan en la configuración natural del lago.

Las calles no están asfaltadas y cada cierto tiempo se les hace un mejoramiento, esparciendo material para mejorar la circulación de los vehículos y todo ello, durante las precipitaciones pluviales, son arrastrados hacia las cunetas de cauce natural y por ende van a dar al lago Sauce, aumentando la acumulación de sedimentos.

Todos estos problemas nos llevaron a la plantear para mejorar parte de estos problemas, aunque cabe precisar que ya que la solución es integral. El planteamiento del diseño del Sistema de Drenaje Pluvial es parte de la solución a los problemas de sedimentación, complementando con el asfaltado de calles y la conservación de cuencas que aumentarán la capacidad hídrica de las quebradas que dan sus aguas al Lago Sauce.

Actualmente, la Municipalidad Distrital de Sauce no tiene proyectos ni soluciones concretas a los problemas mencionados, es por ello que este trabajo ayudará a plantear soluciones de escorrentía y será un documento de apoyo a esta comunidad para desarrollar un gran

proyecto que integre el asfaltado de calles, ayudando a mejorar el ornato de la Localidad de Sauce y todo ello dentro de un Plan de Desarrollo Urbano.

## **2.5. Hipótesis**

“El diseño de un sistema de drenaje pluvial resolverá el problema de evacuación de las aguas de lluvia y minimizar el impacto de las inundaciones, que beneficiará socialmente a los pobladores de la Localidad de Sauce, Distrito de Sauce, Provincia de San Martín, Región San Martín”.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Metodología**

La metodología que se utilizó para realizar este proyecto fue del tipo analítico experimental. Se recopiló información de campo para luego trabajarlo en gabinete y arribar a los resultados requeridos.

##### **3.1.1. Trabajo de Campo**

Para el trabajo de campo se solicitó apoyo a la Municipalidad Distrital de Sauce, donde nos proporcionaron toda la información correspondiente al estudio topográfico, planos en planta, cortes elevaciones, perfiles longitudinales de las calles, ya que el municipio tenía el estudio completo de topografía.

La información complementaria se desarrolló recorriendo todo el distrito, acopiando información fotográfica y elaborar el diagnóstico y la situación actual para elaborar el proyecto.

##### **3.1.2. Recopilación de Información**

Los datos hidrometeorológicos provienen del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) que opera la red de estaciones en el país. Los registros pluviométricos utilizados son de la Estación C.O “Sauce”, los datos utilizados son:

Precipitaciones máximas en 24 horas, con una serie de veinticinco años desde 1990 al 2014.  
Número de días con precipitación igual o mayor a 10 mm., desde 1990 al 2014.

Toda esta información solicitada al SENAMHI se presenta en el anexo N° 06 y 07

Para la información bibliográfica se revisaron y compilaron datos de trabajos anteriores sobre Drenaje Pluvial Urbano, libros y páginas web, cuyos títulos se consignan en la Bibliografía.

##### **3.1.3. Trabajo de Gabinete**

Los planos se trabajaron en el programa AUTOCAD 2016, cálculo de áreas tributarias, secciones transversales de las calles, ordenamiento de perfiles de cada calle.



Para el análisis de las precipitaciones se desarrolló la distribución de probabilidades, aplicando los métodos de Gumbel, Log-Pearson Tipo III y Levediev. Para el cálculo del caudal de diseño se empleo el método del Racional y para el cálculo de la sección del canal utilizaremos la fórmula de manning, diseñaremos una sección de máxima eficiencia hidráulica (M.E.H), con lo cual obtendremos las secciones del canal en todos los tramos de las calles.

En diferentes calles la cota superior de las veredas coincide o son superiores con el nivel de la rasante natural de las calles, por lo que se propondrá el perfil longitudinal de la rasante del pavimento futuro la cual nos permitirá diseñar las estructuras hidráulicas.

## **3.2.Materiales**

### **3.2.1.Información Básica Requerida**

Se detalla a continuación toda la información requerida para desarrollar el proyecto.

#### **3.2.1.1. Hidrología**

##### **3.2.1.1.1. Limitaciones**

Uno de los principales problemas con que se encuentran los profesionales del país, en cuanto a desarrollar estudios de hidrología se refiere, es la escasez de información pluviométrica. En la mayoría de los departamentos, provincias o aun distritos del país no existen estaciones registradoras.

La ciudad de Sauce cuenta con una estación meteorológica, lo cual no está equipada completamente, que tiene como coordenadas: Latitud  $06^{\circ} 41''$ , Longitud  $76^{\circ} 15''$ , y una altitud de 620.00 msnm.

La estación se ubica en la misma localidad de Sauce, la cual no cuenta con registros de bandas pluviografica.

##### **3.2.1.1.2. Selección de Datos**

En todo análisis de frecuencia tiene especial trascendencia seleccionar adecuadamente la muestra de datos que le servirán de base.

#### **Datos pluviometricos**

La selección se hará en base a las lluvias máximas anuales ocurridas en el periodo de registro para la duración o duraciones deseadas.

Para la protección básica las duraciones serán de 1 a 24 horas y para la protección complementaria, las duraciones más comunes serán de 5, 10, 15, 30, 45, 60, 120, 240 minutos.

Los datos meteorológicos corresponden a las precipitaciones máximas en 24 horas y número de días con precipitación igual o mayor a 10 mm., durante el periodo de 1990 al 2014.

En el cuadro N° 1 se muestra las intensidades máximas mensuales correspondientes a cada año y el cuadro N° 2 se muestra el número anual de días con lluvias significativas > a 10 mm.

Tabla 21

Precipitacion Maxima en 24 horas mm., Estacion Sauce – Tarapoto

N°	AÑO	MESES												MAX
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL 24 horas (mm)
1	1990	26.8	20.2	24.4	24.2	24.2	32.7	22.6	12.8	14.0	14.0	14.0	46.2	46.2
2	1991	0.0	30.6	37.0	38.7	18.2	18.0	6.2	22.7	18.6	25.4	30.8	30.6	38.7
3	1992	48.8	21.8	39.6	40.8	30.0	30.0	36.6	38.0	38.7	47.5	30.2	22.2	48.8
4	1993	29.5	53.1	43.0	26.2	39.2	27.0	38.4	22.0	29.8	25.0	49.5	13.8	53.1
5	1994	30.4	9.8	32.2	47.2	30.7	66.4	30.2	15.6	46.6	30.2	10.8	27.6	66.4
6	1995	29.8	18.6	35.0	33.9	16.2	30.7	24.5	18.2	58.8	60.5	37.0	47.7	60.5
7	1996	35.0	26.2	39.0	57.1	58.3	18.5	20.0	27.6	31.0	57.2	16.4	85.6	85.6
8	1997	16.5	78.8	54.7	25.6	51.4	10.4	18.6	30.6	40.2	14.2	14.4	18.4	78.8
9	1998	14.6	31.5	43.9	45.0	20.2	57.7	34.0	26.0	45.2	40.7	27.5	47.8	57.7
10	1999	32.0	43.7	36.1	50.0	33.0	12.0	20.7	23.3	55.2	21.3	36.2	19.8	55.2
11	2000	23.0	23.3	17.7	32.4	57.0	39.3	38.0	37.7	18.4	34.3	54.7	26.5	57.0
12	2001	13.8	18.3	54.5	70.8	34.8	27.2	52.8	15.8	27.6	52.0	14.8	31.0	70.8
13	2002	21.7	10.2	28.2	39.1	27.5	15.4	43.4	32.1	7.6	40.2	16.1	20.5	43.4
14	2003	36.5	24.9	30.8	39.1	47.0	68.0	28.1	16.8	15.5	52.6	16.8	33.2	68.0
15	2004	8.3	24.8	15.5	19.1	53.5	26.2	14.5	38.8	29.2	44.7	54.6	35.5	54.6
16	2005	50.5	45.2	23.5	123.0	19.3	23.2	34.0	35.1	48.0	33.2	56.3	32.5	123.0
17	2006	30.4	36.6	43.4	28.5	14.3	21.8	23.4	40.2	19.4	49.8	48.8	37.1	49.8
18	2007	25.6	36.2	57.4	31.2	59.8	7.5	14.0	13.2	62.0	52.3	74.1	26.6	74.1
19	2008	23.7	85.7	26.2	46.4	26.8	17.8	36.2	23.4	23.1	31.5	31.5	9.2	85.7
20	2009	52.0	21.2	23.4	31.8	24.0	30.0	15.5	13.2	60.6	20.5	24.4	16.8	60.6
21	2010	19.1	27.3	24.0	44.8	64.2	16.8	17.5	23.4	22.2	55.8	25.2	18.2	64.2
22	2011	33.7	18.0	38.2	23.2	25.5	43.4	25.5	12.6	68.8	18.8	54.2	62.4	68.8
23	2012	18.0	20.4	44.2	49.0	17.8	33.7	32.4	10.8	29.0	41.2	46.2	52.8	52.8
24	2013	28.6	30.0	35.2	25.9	48.6	22.5	24.8	44.0	19.6	33.0	87.2	22.5	87.2
Sumatoria	Σ	665.1	782.6	882.6	1028.8	874.9	751.0	664.9	706.7	871.4	971.1	887.7	806.1	1663.8
Max. Mens	mm	52.0	85.7	57.4	123.0	64.2	68.0	52.8	112.8	68.8	75.2	87.2	85.6	123.0
Promedio	X̄	26.6	31.3	35.3	41.2	35.0	30.0	26.6	28.3	34.9	38.8	35.5	32.2	66.55

Fuente:

SENAMHI, ver Anexo N° 06, documento original de SENAMHI

**Tabla 22***Numero de Dias con Precipitaciones Igual o Mayor a 10 mm., Estacion Sauce - Tarapoto*

N°	AÑO													Total de Días
		EN E	FEB	MA R	ABR	MA Y	JUN	JU L	AG O	SE T	OC T	NO V	DI C	
1	1990	6	3	5	5	10	10	4	2	2	6	7	3	63
2	1991	0	6	11	9	2	2	0	1	1	3	7	4	46
3	1992	3	6	11	10	3	4	2	4	6	4	4	4	61
4	1993	3	10	15	8	6	9	5	5	4	5	3	2	75
5	1994	3	0	9	6	8	9	5	3	8	10	1	6	68
6	1995	4	1	6	3	3	3	2	1	3	6	8	7	47
7	1996	3	5	5	6	3	3	4	6	9	5	3	8	60
8	1997	2	13	6	6	9	1	4	5	5	1	5	2	59
9	1998	1	5	7	7	2	4	6	4	6	7	2	3	54
10	1999	4	4	6	7	4	2	2	3	3	6	4	3	48
11	2000	2	8	4	10	4	2	5	3	2	2	2	6	50
12	2001	2	3	5	10	7	3	5	6	3	3	1	3	51
13	2002	1	1	2	8	3	1	6	1	0	6	4	2	35
14	2003	1	2	4	4	4	8	2	3	3	4	3	6	44
15	2004	0	1	2	2	6	5	3	3	4	5	1	3	35
16	2005	3	7	4	10	5	6	3	1	2	5	6	2	54
17	2006	7	8	4	2	3	3	4	1	1	2	2	3	40
18	2007	2	2	9	4	3	0	3	1	6	4	4	1	39
19	2008	3	5	3	4	1	3	2	3	5	5	6	0	40
20	2009	8	4	6	10	6	3	1	1	6	0	S/D	1	46
21	2010	2	2	4	5	7	2	1	2	1	4	3	2	35
22	2011	1	2	5	4	4	7	4	2	4	2	7	2	44
23	2012	4	2	5	8	3	5	1	2	3	4	2	2	41
24	2013	4	3	6	3	3	6	2	6	3	5	8	3	52
25	2014	2	3	6	6	4	2	2	2	4	7	3	1	42
<b>Sumatoria</b>		71.	106.	150.	157.	113.	103.	78.	71.0	94.	111.	96.	79.	<b>1,22</b>
<b>Σ =</b>		0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	<b>9</b>
<b>Promedio</b>		3	4	6	6	5	4	3		4	4	4	3	<b>49</b>
<b>X̄ =</b>														

Fuente: SENAMHI, ver Anexo N° 07, documento original de SENAMHI

### 3.2.1.1.3. Analisis de Frecuencias

El estudio hidrológico es uno de los aspectos más importantes para el diseño de las estructuras hidráulicas del presente proyecto de tesis, para lo cual la elección del caudal máximo de diseño tiene relación con el tiempo o periodo de retorno el que sea a su vez depende de la vida útil de la estructura y el no riesgo de falla considerado, de tal manera que Las Estructuras Funcionen Eficientemente Durante Todo El Periodo De Su Vida Util Y Con La Maxima Economia Posible, Disminuyendo Los Daños Por Inundaciones Sin Afectar La Economia Del Proyecto.

El análisis de máximos eventos hidrológicos tiene singular importancia, puesto que permite producir el comportamiento de descargas limite, para el dimensionamiento de estructuras hidráulicas muy diversas, con fines de conducción, almacenamiento y otros relacionados directa o indirectamente con el control y/o manejo de avenidas.

La serie de datos base de todo estudio de frecuencias debe ser representativa, adecuada y precisa.

**Confiable.-** En el sentido de que los datos utilizados concuerdan con la realidad de la muestra (entendiéndose por muestra al conjunto de datos disponibles que se está analizando)

**Extensa.-** Se refiere principalmente a la longitud del registro, de forma tal que se pueda suponer que lo que ha sucedido volverá razonablemente a repetirse.

**Completa.-** De manera que la muestra sea homogénea ya que cualquier cambio que se produzca en la lectura o en la estación de medición va a repercutir en el análisis estadístico.

El error de un análisis de frecuencia está íntimamente relacionado con la longitud del periodo de registro. En general, el análisis debe evitarse para periodos de registro menos de 10 años, sin embargo para trabajos importantes como lo es el drenaje pluvial urbano no se usara datos menores de 20 años.

En un estudio de frecuencia de lluvias o gastos, el problema principal será el de seleccionar el método más adecuado. Las metodologías más utilizadas y los modelos desarrollados últimamente presentan sus ventajas y desventajas, por lo cual para una elección apropiada, se necesita conocer bien la región en cuestión y las circunstancias para los cuales se van a efectuar los estudios.

En hidrología no siempre las series temporales correspondientes a registros históricos se hallan completos, encontrándose a menudo periodos faltantes, por razones de ausencia del observador o fallas instrumentales, entre otros.

Para el presente trabajo no ha sido necesario la utilización de métodos de completación de datos faltantes, por cuanto la información data desde el año 1990 con una muestra de 25 datos superando al mínimo exigido (20 años).

Las metodologías existentes para el análisis de frecuencias, se basan en la forma sugerida por Chow.

$$X = \bar{X} + KS_x \quad (15)$$

Donde:

$\bar{X}$  = Evento correspondiente a una determinada frecuencia dentro de una serie de datos históricos

$K$  = Factor de frecuencia, que dependen del intervalo de recurrencia o periodo de retorno y del tipo de probabilidad que el método adopte.

$S_x$  = Es la desviación típica de la muestra, que pueda expresarse en la forma.

$$S^2_x = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad (16)$$

$X_i$  = Cada evento de la muestra

$n$  = El número de eventos que ella contiene.

El valor de  $\bar{X}$  viene dado por:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (17)$$

#### 3.2.1.1.4. Distribuciones Probabilísticas para Obtener Precipitaciones Máximas

Varios son las distribuciones probabilísticas que se usan para estimar máximas descargas, de las cuales los que con mayor precisión describen los datos correspondientes a variables extremas son:

Distribución de valores extremos de Gumbel

Distribución de Log-Pearson Tipo III

### Distribución de Levediev

No existen razones justificadoras como para sostener que un determinado modelo es mejor que otro y más bien dicha referencia está supeditado a aquel que represente o describa mejor los datos muestrales.

A los valores de las precipitaciones anuales de la serie de 25 años registradas en la estación C.O. “Sauce” Entre los años 1990 y 2014, como indica el Cuadro N° 27, a esta información se le aplicó la distribución probabilística de GUMBEL, LOG PEARSON TIPO III Y LEVEDIEV, para luego tomar como resultado la probabilidad mayor, considerando que se trata de simular precipitaciones intensas que sirvan para dibujar las familias de frecuencia de curvas INTENSIDAD – DURACION – FRECUENCIA.

Las funciones de frecuencia se describen a continuación y los resultados se detallan en los cuadros siguientes, así como los parámetros característicos de la población.

$$Fi = \frac{m}{(n+1)} \dots\dots\dots(18)$$

Donde:

Fi = Probabilidad del evento

m = Numero de eventos

n = Numero de muestras

### Distribucion de Valores Extremos de Gumbel.

En 1941 se empleó por primera vez la teoría de los eventos extremos para este tipo de análisis. Luego en el año 1954, Chow demostró que la distribución utilizada es esencialmente una logarítmica normal con asimetría constante. Cuando el tamaño de la muestra se aumenta GUMBEL adapta su distribución a una función de tipo exponencial de la forma:

$$p = e^{-e^{-Y}} \dots\dots\dots(19)$$

Siendo “p” la probabilidad de no ocurrencia de un evento, “e” la base de los logarítmicas neperianos (naturales), “Y” la variable reducida que es función del periodo de retorno (evento extremo). Al tomar logaritmos neperianos en la Ecuación (4) se obtiene:

$$Y = \text{Ln} (- \text{Ln } P) \dots\dots\dots(20)$$

O puesta en función del periodo de retorno

$$y = -\text{Ln} \left[ -\text{Ln} \left( 1 - \frac{1}{Tr} \right) \right] \dots\dots\dots(21)$$

Que permita calcular el valor de “y” de acuerdo al periodo de retorno “Tr” deseado

**Tabla 23**

*Valores de la Variable Reducida (Y)*

Tr (Años)	Y
2.00	0.37
5.00	1.50
10.00	2.25
15.00	2.67
20.00	2.97
25.00	3.20
50.00	3.90
100.00	4.60
200.00	5.30
500.00	6.21

*Fuente: Paviot, 1964*

Para el evento correspondiente a un determinado periodo de retorno, Gumbel utiliza la ecuación general de Chow.

$$X = \bar{X} + K S_X \dots\dots\dots(22)$$

$\bar{X}$  = media de la serie

$S_X$  = Desviación estándar

K = Valor de Ven Te Chow definido en tablas, a partir de la variable reducida, donde el factor de frecuencia K se calcula de la formula.

$$K = \frac{Y - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(23)$$

Siendo  $Y_n$  y  $S_n$  valores que dependen solamente de la longitud del registro de la muestra utilizada. Ver anexo N° 01



Del cuadro N° 4, se detalla los valores calculaos:

PARA MAXIMOS ANUALES

TIEMPO DE RETORNO (Tr) = 25 años

Numero de Datos (m) = 25

CALCULO DE LA DESVIACION ESTANDAR (Sy)

$$S_y = \left( \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{m-1} \right)^{\frac{1}{2}} = \left( \frac{9,923.96}{25-1} \right)^{\frac{1}{2}} = 20.33 \text{ mm}$$

### Distribucion de Log – Pearson Tipo III

En principio, fue Foster el que originalmente presento el método y luego el U.S.A. Wáter Resources Council, presento en forma práctica los pasos:

La distribución adoptada se basa en transformar los eventos X en sus logaritmos, convirtiendo las ecuaciones 1 y 2 en:

$$S_{log x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots(24)$$

En definir el coeficiente de asimetría o de oblicuidad “g”, que reprenda la separación de distribución de la muestra, el valor de g viene expresado por la formula siguiente:

$$g = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)(S_{log x})^3} \quad \dots\dots\dots (25)$$

Al usarse como evento logx, la ecuación general (1) de Chow queda transformada en:

$$\log X = \overline{\log X} + K S_{log x} \quad \dots\dots\dots (26)$$

Donde:

Log X = Media de los logaritmos

K = Parámetro de asimetría cero, puede obtener en función del valor de “g” y Y de la probabilidad de ocurrencia o periodo de retorno Tr. De anexo N° 03 y 04.

Slog x = Desviación estándar de los logaritmos.

Del cuadro N° 5, se detalla los valores calculaos:

PARA MAXIMOS ANUALES

TIEMPO DE RETORNO (Tr) = 25 años

Numero de Datos = 25

CALCULO DE LA DESVIACION ESTANDAR (Slog X)

$$Slog X = \left( \frac{\sum (\log X_i - \log X)^2}{m-1} \right)^{\frac{1}{2}} = \left( \frac{0.3573}{25-1} \right)^{\frac{1}{2}} = 0.1220$$

CALCULO DEL COEFICIENTE DE ASIMETRIA (g)

$$g = \frac{n \sum (\log X_i - \log X)^3}{(n-1)(n-2)(Slog X)^3} = \frac{25 * 0.0227}{((25-1) * (25-2) * (0.1220))^3}$$

$$g = 0.5657$$

### **Distribucion Levediev.**

Este método utiliza el mismo procedimiento de Pearson III, con la diferencia de usar los números naturales en lugar de los logaritmos.

**Tabla 24**

*Procesamiento Estadístico de la Pmax (mm), periodo 1990-2014, Estacion CO "Sauce" Metodo de Gumbel Tipo I*

<b>Año</b>	<b>Máxima Pmx (mm)</b>	<b>Orden</b>	<b>De &gt; a &lt; (Xi)</b>	<b>Frecuencia Fi = m/(n+1)</b>	<b>Periodo de Retorno T=(n+1)/m</b>	<b>— (X – Xi)<sup>2</sup></b>
1990	46.2	1	38.7	0.0385	26.00	775.73
1991	38.7	2	43.4	0.0769	13.00	536.02
1992	48.8	3	46.2	0.1154	8.67	414.20
1993	53.1	4	48.8	0.1538	6.50	315.13
1994	66.4	5	49.8	0.1923	5.20	280.63
1995	60.5	6	52.8	0.2308	4.33	189.12
1996	85.6	7	53.1	0.2692	3.71	180.96
1997	78.8	8	54.6	0.3077	3.25	142.85
1998	57.7	9	55.2	0.3462	2.89	128.87
1999	55.2	10	57.0	0.3846	2.60	91.24
2000	57	11	57.7	0.4231	2.36	78.36
2001	70.8	12	60.5	0.4615	2.17	36.63
2002	43.4	13	60.6	0.5000	2.00	35.43
2003	68	14	64.2	0.5385	1.86	5.53
2004	54.6	15	66.4	0.5769	1.73	0.02
2005	123	16	68.0	0.6154	1.63	2.10
2006	49.8	17	68.8	0.6538	1.53	5.05
2007	74.1	18	70.8	0.6923	1.44	18.05
2008	85.7	19	74.1	0.7308	1.37	56.97
2009	60.6	20	78.8	0.7692	1.30	150.01
2010	64.2	21	85.6	0.8077	1.24	362.83
2011	68.8	22	85.7	0.8462	1.18	366.65
2012	52.8	23	87.2	0.8846	1.13	426.34
2013	87.2	24	112.8	0.9231	1.08	2138.88
2014	112.8	25	123.0	0.9615	1.04	3186.38
<b>Sumatoria <math>\Sigma</math></b>			<b>1,663.80</b>			<b>9,923.96</b>
<b>Máximo Anual</b>			<b>123.00</b>			
<b>Promedio <math>\bar{X}</math></b>			<b>66.25</b>			
<b>Desv. Est. (Sy)</b>			<b>20.33</b>			

**Tabla 25***Procesamiento Estadístico de la Pmax (mm), periodo 1990-2014, Estacion CO "Sauce"*

<b>Año</b>	<b>Máxima Pmax (mm)</b>	<b>Orden</b>	<b>De &gt; a &lt; (Xi)</b>	<b>Frecuencia Fi = m/(n+1)</b>	<b>Log Xi</b>	<b>Log Xi - Log X</b>	<b>(LogXi - LogX)<sup>2</sup></b>
1990	46.20	1	38.70	0.04	1.5877	-0.2182	0.0476
1991	38.70	2	43.40	0.08	1.6375	-0.1684	0.0284
1992	48.80	3	46.20	0.12	1.6646	-0.1413	0.0200
1993	53.10	4	48.80	0.15	1.6884	-0.1175	0.0138
1994	66.40	5	49.80	0.19	1.6972	-0.1087	0.0118
1995	60.50	6	52.80	0.23	1.7226	-0.0833	0.0069
1996	85.60	7	53.10	0.27	1.7251	-0.0808	0.0065
1997	78.80	8	54.60	0.31	1.7372	-0.0687	0.0047
1998	57.70	9	55.20	0.35	1.7419	-0.0640	0.0041
1999	55.20	10	57.00	0.38	1.7559	-0.0500	0.0025
2000	57.00	11	57.70	0.42	1.7612	-0.0447	0.0020
2001	70.80	12	60.50	0.46	1.7818	-0.0242	0.0006
2002	43.40	13	60.60	0.50	1.7825	-0.0234	0.0005
2003	68.00	14	64.20	0.54	1.8075	0.0016	0.0000
2004	54.60	15	66.40	0.58	1.8222	0.0162	0.0003
2005	123.00	16	68.00	0.62	1.8325	0.0266	0.0007
2006	49.80	17	68.80	0.65	1.8376	0.0317	0.0010
2007	74.10	18	70.80	0.69	1.8500	0.0441	0.0019
2008	85.70	19	74.10	0.73	1.8698	0.0639	0.0041
2009	60.60	20	78.80	0.77	1.8965	0.0906	0.0082
2010	64.20	21	85.60	0.81	1.9325	0.1266	0.0160
2011	68.80	22	85.70	0.85	1.9330	0.1271	0.0161
2012	52.80	23	87.20	0.88	1.9405	0.1346	0.0181
2013	87.20	24	112.80	0.92	2.0523	0.2464	0.0607
2014	112.80	25	123.00	0.96	2.0899	0.2840	0.0806
<b>Sumatoria <math>\Sigma</math></b>			<b>1,663.80</b>		<b>45.1480</b>	<b>0.000</b>	<b>0.3573</b>
<b>Máximo Anual</b>			<b>123.00</b>				
<b>Log X</b>			<b>1.8959</b>				
<b>S<sub>LogX</sub></b>			<b>0.1220</b>				
<b>g</b>			<b>0.5657</b>				

**Tabla 26***Procesamiento Estadístico de la Pmax (mm), periodo 1990-2014, Estacion CO "Sauce"**Metodo de LEVEDIEV*

Año	Máxima <u>Xi (mm)</u>	Orden	De > a < (Xi)	Frecuencia <u>Fi = m/(n+1)</u>	(Xi - X)	(Xi - X) <sup>2</sup>	(Xi - X) <sup>3</sup>
1990	46.2	1	38.7	0.0385	-27.85	775.73	-21,605.74
1991	38.7	2	43.4	0.0769	-23.15	536.02	-12,409.82
1992	48.8	3	46.2	0.1154	-20.35	414.20	-8,429.88
1993	53.1	4	48.8	0.1538	-17.75	315.13	-5,594.25
1994	66.4	5	49.8	0.1923	-16.75	280.63	-4,701.11
1995	60.5	6	52.8	0.2308	-13.75	189.12	-2,600.74
1996	85.6	7	53.1	0.2692	-13.45	180.96	-2,434.22
1997	78.8	8	54.6	0.3077	-11.95	142.85	-1,707.35
1998	57.7	9	55.2	0.3462	-11.35	128.87	-1,462.91
1999	55.2	10	57.0	0.3846	-9.55	91.24	-871.53
2000	57	11	57.7	0.4231	-8.85	78.36	-693.62
2001	70.8	12	60.5	0.4615	-6.05	36.63	-221.66
2002	43.4	13	60.6	0.5000	-5.95	35.43	-210.86
2003	68	14	64.2	0.5385	-2.35	5.53	-13.01
2004	54.6	15	66.4	0.5769	-0.15	0.02	0.00
2005	123	16	68.0	0.6154	1.45	2.10	3.04
2006	49.8	17	68.8	0.6538	2.25	5.05	11.36
2007	74.1	18	70.8	0.6923	4.25	18.05	76.66
2008	85.7	19	74.1	0.7308	7.55	56.97	430.03
2009	60.6	20	78.8	0.7692	12.25	150.01	1,837.37
2010	64.2	21	85.6	0.8077	19.05	362.83	6,911.12
2011	68.8	22	85.7	0.8462	19.15	366.65	7,020.54
2012	52.8	23	87.2	0.8846	20.65	426.34	8,803.07
2013	87.2	24	112.8	0.9231	46.25	2138.88	98,918.81
2014	112.8	25	123.0	0.9615	56.45	3186.38	179,864.59
<b>Sumatoria <math>\Sigma</math></b>			<b>1,663.80</b>			<b>9,923.96</b>	<b>240,919.85</b>
<b>Máximo Anual</b>			<b>123.0</b>				
<b>Promedio <math>\bar{X}</math></b>			<b>66.55</b>				
<b>Sx</b>			<b>20.33</b>				
<b>g</b>			<b>1.2977</b>				

### 3.2.1.1.5. Prueba de Bondad de Ajuste para la Distribucion a Seleccionar

Existen diferentes tipos de distribuciones para realizar el análisis de frecuencias por lo que será necesario someter los registros de precipitaciones a un test de comprobación.

Existen dos métodos:

Prueba de Chi Cuadrado	(Función de densidad)
Prueba de Smirlov Kolmogorov	(Función de distribución acumulada)

De estos dos emplearemos el segundo, ya que proporciona resultados tan confiables como el primero. Este test lo aplicaremos a la distribución de Gumbel, Log – Pearson Tipo III y Levediev.

### 3.2.1.1.6. Modelo De Gumbel Tipo I

El método de Gumbel, es la distribución que más se adecua para valores extremos de variables aleatorios y ha dado muy buenos resultados para series anuales y buena calidad de información.

La expresión matemática de este modelo se expresa por:

$$\begin{aligned}
 F &= e^{-e^{-y}} \\
 Y &= \alpha(x - \beta) \text{ o} \\
 F(x \leq x) &= \exp(-\exp(-x(x-\beta))) \dots\dots\dots(27)
 \end{aligned}$$

Donde:

$F(x \leq x)$  = Probabilidad acumulada de cualquier evento que no ocurran valores extremos  $x$ , mayores que la magnitud  $x$ .

$\alpha, \beta$  = Parámetros del modelo cuyos valores son estimados a partir de la muestra.

Ecuacion de Prediccion:

Despejando  $x$ , de la ecuación (11)

$$\begin{aligned}
 X &= \beta - \frac{1}{\alpha} \ln(-\ln F) \\
 F &= 1 - Tr^{-1}
 \end{aligned}$$

$$X = \beta - \frac{1}{\alpha} \text{Ln}(-\text{Ln}(1 - \text{Tr}^{-1})) \dots\dots\dots(28)$$

### Estimacion de parametros

Los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  del modelo se estiman a partir de la muestra hidrológica, aplicando el método de momentos y la relación entre los parámetros del modelo y las estadísticas muestrales (media y desviación estándar), se tiene:

$$X = \beta + 0.45005 S_x \dots\dots\dots (29)$$

$$\beta = X - 0.4500 S_x \dots\dots\dots (30)$$

$$\alpha = \frac{1.28255}{S_x} \dots\dots\dots (31)$$

Donde:

X	=	Media muestral
SX	=	Desviación estándar muestral
$\alpha, \beta$	=	Parámetros estimados a partir de la muestra

La solución simultanea de las ecuaciones (14 y 15), permite obtener los eventos máximos para diferentes condiciones de periodo de tiempo, riesgo de falla, tiempos de retorno y periodo de vida útil N adaptados.

### Prueba de Bondad de Ajuste

Se hizo la prueba SMIRNOW KOLMOGOROV, para lo cual se simularon los modelos son los valores observados tratando de reproducir la probabilidad acumulada del valor extremo respectivo.

Procedimiento:

Obtener la desviación máxima entre la probabilidad de distribución empírica  $P(x)$ , y la distribución ajustada  $F(x)$ , según la ecuación:

$$\Delta = \max |F(x) - P(x)| \dots\dots\dots (32)$$

Donde:

$\Delta$  = Estadístico de SMIRNOV – KOLMOGOROV

$F(x)$  = Probabilidad de la distribución de ajustes

$P(x)$  = Probabilidad de los datos no agrupados (Frecuencia acumulada)

Obtener el valor crítico del estadístico, el cual se encuentra tabulado en la tabla N° 22, para diferentes niveles de significación y tamaño de muestra.

Se toman los criterios de decisión siguiente si:

$\Delta < \Delta_o$  = Se acepta la hipótesis planteada (HP), en vista de que el ajuste es  
Es bueno para el nivel de significación relacionado.

$\Delta \geq \Delta_o$  = Se rechaza (HP), para el nivel de significación seleccionado y se  
Prueba con otro modelo teórico.

$\Delta_o$  = (valor crítico del estadístico del SMIRNOV KOLMOGOROV)

De la tabla N° 22 se halla el valor crítico del estadístico de SMIRNOV – KOLMOGOROV ( $\Delta_o$ ) y las respectivas desviaciones absolutas ( $\Delta$ ):

$\Delta < \Delta_o$ ; entonces

Se tiene el criterio de desviación que se acepta la hipótesis planteada (HP), en vista de que el ajuste es bueno.

La desviación absoluta máxima encontrada fue de  $\Delta = 0.047$  y  $\Delta = 0.3014$  de los cuadros N° 7 y N° 8 respectivamente y el estadístico crítico de SMIRNOV – KOLMOGOROV, obtenido de la tabla N° 22 para un tamaño muestral de  $n = 25$  y un nivel de significación seleccionado de  $\alpha=0.05$ , es de 0.27

Se observó que existen minimas desviaciones absolutas entre las probabilidades simuladas  $F(x \leq x)$  y los observados  $P(x \leq x)$ .



**Tabla 27**

*Valor Critico  $\Delta_0$  de SMIRNOV KOLMOGOROV para varios Valores de N y Niveles de Significacion  $\alpha$*

Tamaño muestral "n"	Niveles de significación $\alpha$			
	0.20	0.10	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N > 50	$\frac{1.07}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{N}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{N}}$

Fuente: <https://es.scribd.com/presentation/371301244/9-Prueba-Bondad-Ajuste-S-K>

Se concluye que la muestra se ajusta al modelo probabilístico de Gumbel, Log – Pearson Tipo III y Levediev; con un nivel de confianza del (95%).

Nota: La verificación de la información obtenida para Gumbel, es igual que para Levediev, ya que utiliza los valores naturales.

**Tabla 28***Simulación del Modelo y Prueba de Bondad y de Ajuste Según SMIRNOV - KOLMOGOROV*

Nº Orden	De menor a Mayor (Xi)	P(X)	$(X_i - \bar{X})^2$	$Y = \alpha(X - \beta)$	$F(X) = e^{-e^{-Y} \frac{\text{Max} F(X) - P(X) }{P(X)}}$	
		$F_i = m/(n+1)$				
1	38.7	0.0385	775.73	-1.1795	0.038671	0.000210
2	43.4	0.0769	536.02	-0.8830	0.089080	0.012156
3	46.2	0.1154	414.20	-0.7064	0.131763	0.016379
4	48.8	0.1538	315.13	-0.5424	0.179029	0.025183
5	49.8	0.1923	280.63	-0.4794	0.198879	0.006571
6	52.8	0.2308	189.12	-0.2902	0.262728	0.031959
7	53.1	0.2692	180.96	-0.2712	0.269393	0.000163
8	54.6	0.3077	142.85	-0.1766	0.303254	-0.004438
9	55.2	0.3462	128.87	-0.1388	0.316993	-0.029161
10	57.0	0.3846	91.24	-0.0253	0.358590	-0.026025
11	57.7	0.4231	78.36	0.0189	0.374831	-0.048246
12	60.5	0.4615	36.63	0.1955	0.439365	-0.022173
13	60.6	0.5000	35.43	0.2018	0.441643	-0.058357
14	64.2	0.5385	5.53	0.4289	0.521395	-0.017066
15	66.4	0.5769	0.02	0.5676	0.567298	-0.009625
16	68.0	0.6154	2.10	0.6685	0.599022	-0.016362
17	68.8	0.6538	5.05	0.7190	0.614319	-0.039527
18	70.8	0.6923	18.05	0.8451	0.650837	-0.041471
19	74.1	0.7308	56.97	1.0533	0.705540	-0.025229
20	78.8	0.7692	150.01	1.3497	0.771581	0.002351
21	85.6	0.8077	362.83	1.7786	0.844616	0.036924
22	85.7	0.8462	366.65	1.7849	0.845514	-0.000640
23	87.2	0.8846	426.34	1.8795	0.858419	-0.026196
24	112.8	0.9231	2138.88	3.4942	0.970083	0.047006
25	123.0	0.9615	3186.38	4.1375	0.984164	0.022626
<b>Sumatoria <math>\Sigma</math></b>	<b>1,663.80</b>		<b>9,923.96</b>		<b><math>\Delta = \text{Max}</math></b>	<b>0.047006</b>
<b>Promedio <math>(\bar{X})</math></b>	<b>66.55</b>					
<b>Sx</b>	<b>20.33</b>					
<b><math>\beta = \bar{X} - 0.45005 \cdot Sx</math></b>	<b>57.40039</b>					
<b><math>\alpha = 1.28255/Sx</math></b>	<b>0.06307</b>					

Fuente: modelo de gumbel tipo i y levediev

**Tabla 29***Simulación del Modelo y Prueba de Bondad y de Ajuste Según SMIRNOV - KOLMOGOROV*

Nº Orden	De menor a Mayor (Xi)	P(X) Fi = m/(n+1)	Log Xi	————			
1	38.7	0.0385	1.5877	0.0476	-1.716366	0.003832	-0.034629
2	43.4	0.0769	1.6375	0.0284	-1.193145	0.378314	0.301391
3	46.2	0.1154	1.6646	0.0200	-0.907750	0.375222	0.259837
4	48.8	0.1538	1.6884	0.0138	-0.657822	0.372958	0.219112
5	49.8	0.1923	1.6972	0.0118	-0.565226	0.372225	0.179918
6	52.8	0.2308	1.7226	0.0069	-0.298200	0.370431	0.139662
7	53.1	0.2692	1.7251	0.0065	-0.272337	0.370283	0.101052
8	54.6	0.3077	1.7372	0.0047	-0.145174	0.369617	0.061925
9	55.2	0.3462	1.7419	0.0041	-0.095285	0.369385	0.023232
10	57.0	0.3846	1.7559	0.0025	0.051193	0.368801	-0.015815
11	57.7	0.4231	1.7612	0.0020	0.106911	0.368616	-0.054461
12	60.5	0.4615	1.7818	0.0006	0.323221	0.368094	-0.093444
13	60.6	0.5000	1.7825	0.0005	0.330760	0.368082	-0.131918
14	64.2	0.5385	1.8075	0.0000	0.594190	0.367880	-0.170581
15	66.4	0.5769	1.8222	0.0003	0.747997	0.367977	-0.208947
16	68.0	0.6154	1.8325	0.0007	0.856688	0.368140	-0.247245
17	68.8	0.6538	1.8376	0.0010	0.910079	0.368248	-0.285598
18	70.8	0.6923	1.8500	0.0019	1.040886	0.368595	-0.323712
19	74.1	0.7308	1.8698	0.0041	1.248844	0.369381	-0.361388
20	78.8	0.7692	1.8965	0.0082	1.529570	0.370900	-0.398331
21	85.6	0.8077	1.9325	0.0160	1.907412	0.373771	-0.433921
22	85.7	0.8462	1.9330	0.0161	1.912742	0.373818	-0.472335
23	87.2	0.8846	1.9405	0.0181	1.991949	0.374544	-0.510072
24	112.8	0.9231	2.0523	0.0607	3.166993	0.390199	-0.532878
25	123.0	0.9615	2.0899	0.0806	3.562162	0.397517	-0.564022
<b>Sumatoria <math>\Sigma</math></b>	<b>1,663.80</b>		<b>45.15</b>			<b><math>\Delta = \text{Max}</math></b>	<b>0.301391</b>
<b>Log <math>\overline{X}</math></b>	<b>1.8059</b>						
<b>S<sub>LogX</sub></b>	<b>0.1220</b>						
<b><math>\beta = \frac{X}{0.45005 \cdot S_x}</math></b>	<b>1.75100</b>						
<b><math>\alpha = 1.28255/S_x</math></b>	<b>10.51093</b>						

*Fuente: Verificación de la información obtenida: modelo de log – pearson tipo ii*

### 3.2.1.1.7. Precipitaciones maximas para tiempos de duracion menores de 24 horas

Los tiempos de concentración de la esorrentía producida por las precipitaciones en pequeñas áreas urbanas, generalmente son menores a 6 horas, por lo tanto para calcular los caudales producidos por las tormentas en dichas áreas urbanas se necesita estimar previamente las frecuencias de corta duración en base a las frecuencias máximas de lluvias diarias.

**Gumbel, para Intensidades de 24 horas de Duración.**

$$X_{tr} = X + \frac{(y - Y_n) * S_x}{S_n} \dots\dots\dots (33)$$

Donde:

$X_{tr}$  = Precipitación máxima en 24 horas (en pulgadas)

$X$  = Promedio o media aritmética de la serie de valores de la precipitación máxima en 24 horas (mm), de cuadro N° 01

$Y$  =  $-\ln(-\ln(1 - 1/tr))$ . Variable reducida para el periodo de retorno, de cuadro N° 3

$Y_n$  = Media de la variable reducida de tablas con  $n = 22$ , anexo N° 01

$S_n$  = Desviación típico de la variable reducida con  $n = 22$ , anexo N° 01

$S_x$  = Desviación estándar de la serie de valores de la precipitación máxima en 24 horas, cuadro N° 4

Los valores de precipitación máxima para diferentes periodos de retorno se calculan de la siguiente manera:

Para  $Tr = 2$

$$x_{tr} = 66.6 + \frac{(0.3665 - 0.53086) * 20.3}{1.09145} = 63.49 \text{ mm}$$

Para  $Tr = 5$

$$x_{tr} = 66.6 + \frac{(1.4999 - 0.53086) * 20.3}{1.09245} = 84.59 \text{ mm}$$

Para  $Tr = 10$

$$x_{tr} = 66.6 + \frac{(2.2502 - 0.53086) * 20.3}{1.09245} = 98.56 \text{ mm}$$

Para  $Tr = 25$

$$x_{tr} = 66.6 + \frac{(3.1985 - 0.53086) * 20.3}{1.09245} = 116.21 \text{ mm}$$

Para  $Tr = 50$

$$x_{tr} = 66.6 + \frac{(3.9019 - 0.53086) * 20.3}{1.09245} = 129.30 \text{ mm}$$

Para  $Tr = 100$

$$x_{tr} = 66.6 + \frac{(4.6001 - 0.53086) * 20.3}{1.09245} = 142.30 \text{ mm}$$

Resumen de valores de precipitaciones máximas en mm y pulg

**Tabla 30**

*Precipitacion Maxima para Tiempos de Menores de 24 Horas por Gumbel en Sauce*

Periodo de Retorno Tr	X	Y	Yn	Sn	Sx	Precipi. Max. Xtr (mm) M	Precipi. Max. Xtr (pulg) M
2	66.6	0.3665	0.53086	1.09145	20.3	63.49	2.50
5	66.6	1.4999	0.53086	1.09245	20.3	84.59	3.33
10	66.6	2.2502	0.53086	1.09245	20.3	98.56	3.88
25	66.6	3.1985	0.53086	1.09245	20.3	116.21	4.58
50	66.6	3.9019	0.53086	1.09245	20.3	129.30	5.09
100	66.6	4.6001	0.53086	1.09245	20.3	142.30	5.60

**Log – Pearson Tipo III, para Intensidades de 24 horas de Duración.**

$$X_{tr} = \text{Antilog. Log X} \dots\dots\dots (34)$$

Donde:

$X_{tr}$  = Precipitación máxima en 24 horas (en pulgadas)

G = Coeficiente de asimetría o de oblicuidad, cuadro N° 24

$K$  = Factor de frecuencia, de anexo N° 03 para negativos

$\log X$  = Promedio aritmético, cuadro N° 5

$S_n$  = Desviación estándar de la serie de valores de la precipitación máxima en 24 horas, cuadro N° 5

$\log X$  = Ecuación general de Chow,  $\log X = \log X + KS_x$

Los valores de precipitación máxima para diferentes periodos de retorno se calculan de la siguiente manera:

Para  $Tr = 2$

$$\log X = \log X + KS_x = 1.8059 + (-0.0933 * 0.1220) = 1.7945 \text{ mm}$$

$$X_{tr} = \text{Antilog. Log } X = (10)^{1.7945} = 62.31 \text{ mm}$$

Para  $Tr = 5$

$$\log X = \log X + KS_x = 1.8059 + (0.7543 * 0.1220) = 1.8980 \text{ mm}$$

$$X_{tr} = \text{Antilog. Log } X = (10)^{1.8980} = 79.06 \text{ mm}$$

Para  $Tr = 10$

$$\log X = \log X + KS_x = 1.8059 + (1.2522 * 0.1220) = 1.9587 \text{ mm}$$

$$X_{tr} = \text{Antilog. Log } X = (10)^{1.9587} = 90.93 \text{ mm}$$

Para  $Tr = 25$

$$\log X = \log X + KS_x = 1.8059 + (1.2522 * 0.1220) = 2.0290 \text{ mm}$$

$$X_{tr} = \text{Antilog. Log } X = (10)^{2.0290} = 106.91 \text{ mm}$$

Para  $Tr = 50$

$$\log X = \log X + KS_x = 1.8059 + (2.2243 * 0.1220) = 2.0773 \text{ mm}$$

$$X_{tr} = \text{Antilog. Log } X = (10)^{2.0773} = 119.49 \text{ mm}$$

Para  $Tr = 100$

$$\log X = \log X + KS_x = 1.8059 + (2.5977 * 0.1220) = 2.1229 \text{ mm}$$

$$X_{tr} = \text{Antilog. Log } X = (10)^{2.1229} = 132.71 \text{ mm}$$

Resumen de valores de precipitaciones máximas en mm y pulg

**Tabla 31**

*Precipitación máxima para tiempos de menores de 24 horas por log – pearson tipo III en Sauce*

Periodo de Retorno Tr	<u>g positivos</u>	<u>K</u>	<u>Log X</u>	<u>SlogX</u>	<u>Log X</u>	<u>Precipi. Max. Xtr (mm)</u>	<u>Precipi. Max. Xtr (pulg)</u>
						M	M
2	0.5657	-0.0933	1.8059	0.1220	1.7945	62.31	2.45
5	0.5657	0.7543	1.8059	0.1220	1.8980	79.06	3.11
10	0.5657	1.2522	1.8059	0.1220	1.9587	90.93	3.58
25	0.5657	1.8283	1.8059	0.1220	2.0290	106.91	4.21
50	0.5657	2.2243	1.8059	0.1220	2.0773	119.49	4.70
100	0.5657	2.5977	1.8059	0.1220	2.1229	132.71	5.22

Ejemplo para tr = 2 años, K de tablas para positivos

$$\left[ \begin{array}{cc} 0.5 & -0.083 \\ 0.5657 & K \\ 0.6 & -0.099 \end{array} \right] K = -0.0933$$

**Levediev, para Intensidades de 24 Horas de Duración.**

$$X_{tr} = X + K * S_x \dots\dots\dots (35)$$

Donde:

Xtr = Precipitación máxima en 24 horas (en pulgadas)

g = Coeficiente de asimetría o de oblicuidad, cuadro N° 6

X = Promedio aritmético, de cuadro N° 6

Sx = Desviación estándar de la serie de valores de la precipitación máxima en 24 horas, cuadro N° 6

Los valores de precipitación máxima para diferentes periodos de retorno se calculan de la siguiente manera:

Para Tr = 2

$$x_{tr} = 66.55 + (-0.2096 * 20.33) = 62.29 \text{ mm}$$

Para Tr = 5

$$x_{tr} = 66.55 + (0.7177 * 20.33) = 81.15 \text{ mm}$$

Para  $Tr = 10$

$$x_{tr} = 66.55 + (1.3366 * 20.33) = 93.73 \text{ mm}$$

Para  $Tr = 25$

$$tr = 66.55 + (2.1042 * 20.33) = 109.34 \text{ mm}$$

Para  $Tr = 50$

$$x_{tr} = 66.55 + (2.6612 * 20.33) = 120.67 \text{ mm}$$

Para  $Tr = 100$

$$x_{tr} = 66.55 + (3.2052 * 20.33) = 131.73 \text{ mm}$$

**Tabla 32**

*Precipitación Máxima para Tiempos de Menores de 24 Horas por Levediev para Sauce*

Periodo de Retorno Tr	g positivos	K	X	Sx	Precipi. Max.	Precipi. Max.
					Xtr (mm)	Xtr (pulg)
					M	M
2	1.2977	-0.2096	66.55	20.33	62.29	2.45
5	1.2977	0.7177	66.55	20.33	81.15	3.19
10	1.2977	1.3366	66.55	20.33	93.73	3.69
25	1.2977	2.1042	66.55	20.33	109.34	4.30
50	1.2977	2.6612	66.55	20.33	120.67	4.75
100	1.2977	3.2052	66.55	20.33	131.73	5.19

Fuente: Elaboración Propia

Ejemplo para  $Tr = 2$  años, K de tablas para positivos

$$\left[ \begin{array}{cc} \left[ \begin{array}{cc} 1.2 & -0.195 \\ 1.2977 & K \end{array} \right] & \\ 1.3 & -0.210 \end{array} \right] K = -0.2096229$$

Como se puede apreciar el método de Gumbel Tipo I arroja los mayores valores, comparando con los demás métodos estudiados, por lo que se tomarán dichos valores para los cálculos de precipitaciones.

### 3.2.1.1.8. Precipitaciones máximas 60 minutos de duración.

Las intensidades de lluvia para duraciones menores a 24 horas se han deducido mediante las fórmulas de Hershfiel y wilson



Primero se obtiene la lluvia de 60 minutos de duracion para un periodo de retorno dado

$$PT_{60} = 0.17 * M * N^{0.3} \dots\dots\dots (36)$$

Donde:

PT<sub>60</sub> = Precipitación máxima (pulg/hora) de 60 minutos de duración para el periodo de retorno dado

M = Precipitación máxima anual (pulg.) para el periodo de retorno considerado, cuadro N° 9

N = Número anual de días con lluvias significativas ( $\geq$  a 10.00 mm), cuadro N° 2

Tomando los valores calculados con los registros pluviométricos de 24 horas de la Estación Sauce - Tarapoto

Los valores de precipitación máxima para 60 minutos de duración se calculan de la siguiente manera:

$$PT_{60} = 0.17 * M * N^{0.3}$$

M= Pmax (pulg), cuadro N° 9

N= N° anual de días de lluvias significativas ( $\geq$  a 10.00 mm), cuadro N° 2, remplazando

Para Tr = 2

$$PT_{60} = 0.17 * 2.5 * (49)^{0.3} = 1.36577 \text{ mm}$$

Para Tr = 5

$$PT_{60} = 0.17 * 3.33 * (49)^{0.3} = 1.81966 \text{ mm}$$

Para Tr = 10

$$PT_{60} = 0.17 * 3.88 * (49)^{0.3} = 2.12009 \text{ mm}$$

Para Tr = 25

$$PT_{60} = 0.17 * 4.58 * (49)^{0.3} = 2.49981 \text{ mm}$$

Para Tr = 50

$$PT_{60} = 0.17 * 5.09 * (49)^{0.3} = 2.78146 \text{ mm}$$

Para Tr = 100

$$PT_{60} = 0.17 * 5.60 * (49)^{0.3} = 3.06103 \text{ mm}$$

**Tabla 33***Precipitacion Maxima para 60 Minutos de Duracion*

Periodo de retorno	M	N	PT60
2	2.50	49	1.36577
5	3.33	49	1.81966
10	3.88	49	2.12009
25	4.58	49	2.49981
50	5.09	49	2.78146
100	5.60	49	3.06103

**3.2.1.1.9. Precipitaciones Maximas para Diferentes Tiempos deduracion**

La base para el diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano lo constituye el análisis de las características de las precipitaciones más intensas, especialmente de las tormentas que ocasionan el problema.

Para obtener las intensidades máximas de precipitación para otros tiempos de duración, se aplicó la siguiente ecuación generalizada:

$$PTt = PT60(0.54xt^{0.25} - 0.50) \times \frac{25.4 \times 60}{t} \dots\dots\dots (37)$$

Donde:

PTt = Precipitación máxima para una duración y periodo de retorno considerado en mm/h

PT60 = Precipitación máxima (pulg/hora) de 60 minutos de duración para el periodo de retorno considerado, cuadro N° 12

t = Tiempo de duración en minutos

Los valores de precipitación máxima para diferentes periodos de retorno se calculan de la siguiente manera:

**Para duración de 2.5 y Tr = 25**

$$PTt = 2.49981(0.54 \times (2.5)^{0.25} - 0.50) \times \frac{25.4 \times 60}{2.5} = 278.80 \text{ mm}$$

**Para duración de 5 y Tr = 25**

$$PTt = 2.49981(0.54 \times (5)^{0.25} - 0.50) \times \frac{25.4 \times 60}{5} = 234.29 \text{ mm}$$

**Para duración de 7.5 y Tr = 25**

$$PTt = 2.49981(0.54x(7.5)^{0.25} - 0.50)x\frac{25.4x60}{7.5} = 199.95 \text{ mm}$$

**Para duración de 10 y Tr = 25**

$$PTt = 2.49981(0.54x(10)^{0.25} - 0.50)x\frac{25.4x60}{10} = 175.35 \text{ mm}$$

**Para duración de 12.5 y Tr = 25**

$$PTt = 2.49981(0.54x(12.5)^{0.25} - 0.50)x\frac{25.4x60}{12.5} = 157.07 \text{ mm}$$

**Para duración de 15 y Tr = 25**

$$PTt = 2.49981(0.54x(15)^{0.25} - 0.50)x\frac{25.4x60}{15} = 142.92 \text{ mm}$$

**Para duración de 20 y Tr = 25**

$$PTt = 2.49981(0.54x(20)^{0.25} - 0.50)x\frac{25.4x60}{20} = 122.28 \text{ mm}$$

**Para duración de 25 y Tr = 25**

$$PTt = 2.49981(0.54x(25)^{0.25} - 0.50)x\frac{25.4x60}{25} = 107.81 \text{ mm}$$

**Para duración de 30 y Tr = 25**

$$PTt = 2.49981(0.54x(30)^{0.25} - 0.50)x\frac{25.4x60}{30} = 96.99 \text{ mm}$$

**Para duración de 45 y Tr = 25**

$$PTt = 2.49981(0.54x(45)^{0.25} - 0.50)x\frac{25.4x60}{45} = 76.08 \text{ mm}$$

**Para duración de 60 y Tr = 25**

$$PTt = 2.49981(0.54x(60)^{0.25} - 0.50)x\frac{25.4x60}{60} = 63.68 \text{ mm}$$

**Para duración de 120 y Tr = 25**

$$PTt = 2.49981(0.54x(120)^{0.25} - 0.50)x\frac{25.4x60}{120} = 40.87 \text{ mm}$$

**Para duración de 240 y Tr = 25**

$$PTt = 2.49981(0.54x(240)^{0.25} - 0.50)x\frac{25.4x60}{240} = 25.80 \text{ mm}$$

La intensidad de diseño es 272.80 mm, para un periodo de retorno de 25 años y una duración de 2.5 minutos, con este dato diseñaremos nuestras estructuras.

**Tabla 34**

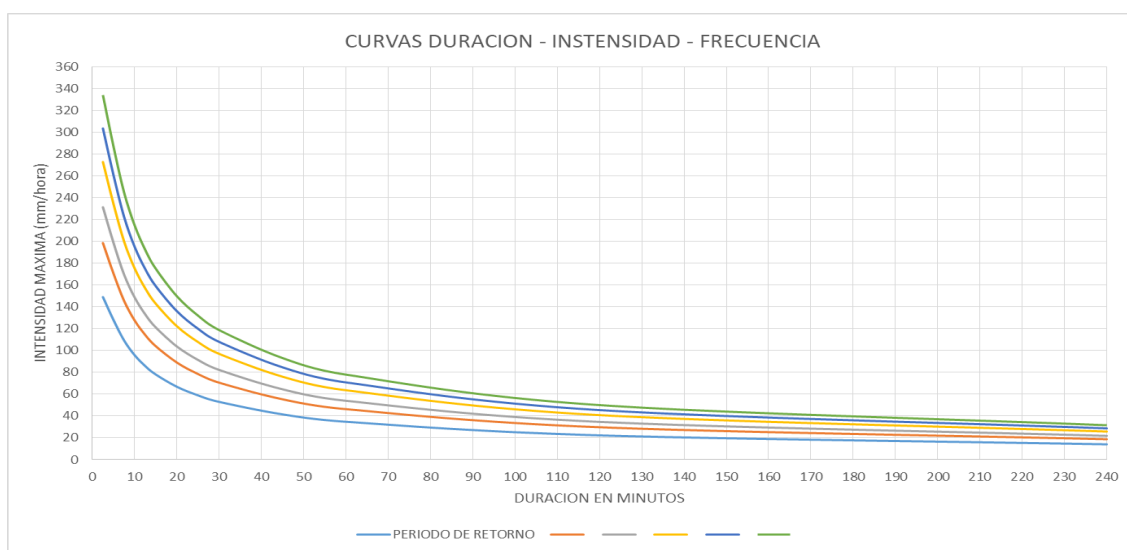
*Intensidad Maxima de Precipitacion para Diferentes Duraciones y Periodos de Retorno (mm/hora) de Sauce*

Tiempo de duración (minutos)	Periodo de retorno					
	2	5	10	25	50	100
2.5	149.04	198.57	231.36	272.80	303.53	334.04
5	128.00	170.54	198.70	234.29	260.68	286.89
7.5	109.24	145.55	169.58	199.95	222.48	244.84
10	95.80	127.64	148.71	175.35	195.11	214.72
12.5	85.82	114.33	133.21	157.07	174.77	192.33
15	78.08	104.03	121.21	142.92	159.02	175.00
20	66.81	89.01	103.71	122.28	136.06	149.74
25	58.90	78.48	91.43	107.81	119.96	132.02
30	52.99	70.60	82.26	96.99	107.92	118.77
45	41.56	55.38	64.52	76.08	84.65	93.16
60	34.79	46.35	54.01	63.68	70.85	77.98
120	22.33	29.75	34.66	40.87	45.47	50.04
240	14.10	18.78	21.88	25.80	28.71	31.59

### 3.2.1.1.10. Intensidad, Duracion y Frecuencia de Precipitacion

La curva Intensidad Duracion y Frecuencia es la relacion entre la Intensidad de la precipitacion, su duracion y la frecuencia, con los datos del cuadro N° 13 se determino la familia de curvas para diferentes periodos de retorno: 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años .

Hay que tener en cuenta dos aspectos importantes en la obtencion de las lluvias: el periodo de retorno y su duracion, por lo que las estructuras de drenaje se diseñan para conducir las maximas descargas que se producen , las cuales se pueden observar en el resultado de la relacion duracion-intensidad de las lluvias.



*Figura 18. Familia de curvas en el area de la Localidad de Sauce, DURACION – INTENSIDAD - FRECUENCIA*

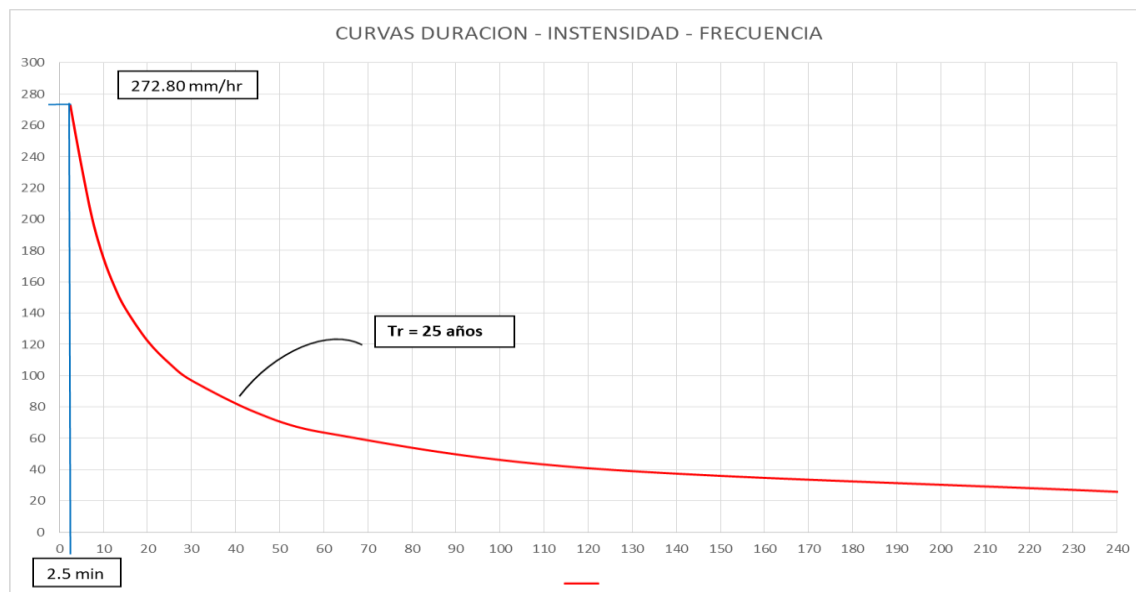


Figura 19. Intensidad Máxima del proyecto  $I_{max} = 272.80 \text{ mm/hr}$ , para un periodo de retorno de 25 años y un  $T_c = 2.5 \text{ min}$ .

$$T_c = 2.5 \text{ min}, T_r = 25 \text{ años} / I_{max} = 272.80 \text{ mm/hr}$$

### 3.2.1.1.11. Tormenta de Diseño

Consideramos necesario realizar el estudio para un periodo de retorno  $T_r = 25$  años, para periodos mayores demandaría un elevado costo económico al efectuar la construcción, además la norma recomienda un periodo de retorno de 25 años.

El diagrama de Intensidad – duración – frecuencia (IDF), se presenta en el Grafico N° 1,

**Tabla 35**

*Tormenta de Diseño para el diseño de las estructuras Hidraulicas*

Periodo de duración (minutos)	Intensidad máxima (mm/hr)
2.5	272.80
5	234.29
7.5	199.95
10	175.35
12.5	157.07
15	142.92
20	122.28
25	107.81
30	96.99
45	76.08
60	63.68
120	40.87

### **3.2.2. Diseño del Sistema de Drenaje Pluvial**

#### **3.2.2.1. Planteamiento Hidráulico de la Red de Drenaje**

El Planteamiento Hidraulico de la red de drenaje se ha realizado en funcion a la configuracion topografica de la zona urbana de la Localidad de Sauce se ha realizado teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

Se ha dividido la Localidad de Sauce en diecinueve (19) áreas colectoras, planteando de esta manera el escurrimiento superficial y la ubicación de los colectores principales y secundarios, colocando, además, las estructuras complementarias que permiten la evacuación del agua de lluvia al punto de descarga, utilizando el cauce de calles con alcantarillas de concreto armado.

A cada colector principal y secundario se les trazó y delimitó sus respectivas áreas tributarias, el sentido de escurrimiento superficial en las diferentes calles y la ubicación de los puntos de entrega, teniendo presente los perfiles longitudinales de las calles que plantearemos, como se observa en los planos PPL.

Se ha delimitado todas las áreas tributarias de cada una de las manzanas existentes (área urbana actual), como obra en el plano PAT-01 de áreas colectoras y drenaje superficial con curvas de nivel cada 1,00 m, a escala 1:2500, además se delimitará las bisectrices de las esquinas de acuerdo a la topografía del terreno y al escurrimiento superficial observado en las manzanas.

En el cuadro N° 15 se pueden apreciar los resultados numéricos de las áreas tributarias de todo el Distrito de Sauce.

El área total por drenar abarca 102,95 hectáreas.

##### **3.2.2.1.1. Delimitación de Áreas Tributarias**

Se ha realizado en el sentido del flujo superficial en las calles de cada uno de los colectores, identificando las áreas tributarias ver plano PAT-01, es muy importantes la ubicación de las áreas colectoras ya que de ello dependerán el cálculo de los caudales en cada colector y su dimensionamiento hidráulico.

**Tabla 36***Áreas tributarias por cada tramo de colectores*

Área colectora	Colector	Tramo	Area (m2)	Area (ha)
<b>1</b>	3	5-6	6,402.58	0.6403
	4	6-7	2,632.60	0.2633
	5	5"-5	732.18	0.0732
	6	5-6	3,051.81	0.3052
	7	6-7	3,127.09	0.3127
	8	5-12	1,995.25	0.1995
	9	5-12	2,731.67	0.2732
	10	13-6	3,009.14	0.3009
	11	13-6	2,898.42	0.2898
	12	12"-12	447.94	0.0448
	13	12-13	2,971.90	0.2972
	14	13-14	3,103.40	0.3103
	15"	12-13	697.90	0.0698
	A	2-7	3,676.31	0.3676
	A	7-14	2,715.39	0.2715
<b>Total</b>			<b>43,172.58</b>	<b>4.3173</b>
Área colectora	Colector	Tramo	Area (m2)	Area (ha)
<b>2</b>	1	6-1	3,896.76	0.3897
	2	6-1	2,263.03	0.2263
	15	1-2	2,063.05	0.2063
	16	1-2	3,511.71	0.3512
	17	2-3	3,594.87	0.3595
	18	2-3	2,387.75	0.2388
	19	3-3"	747.09	0.0747
	20	3-3"	643.50	0.0644
	21	3-4	2,410.92	0.2411
	23	4-4"	633.34	0.0633
	24	4-4"	167.36	0.0167
	22	3-4	2,933.59	0.2934
<b>Total</b>			<b>25,252.97</b>	<b>2.5253</b>
Área colectora	Colector	Tramo	Area (m2)	Area (ha)
<b>3</b>	25	4-9	2,730.54	0.2731
	26	4-9	3,077.87	0.3078
	27	3-8	3,367.99	0.3368
	31	8-9	2,898.37	0.2898
	32	8-9	3,293.73	0.3294
	33	9-10	2,792.19	0.2792
	34	9-10	2,963.21	0.2963
	35	10"-10	2,080.20	0.2080
	36	10"-10	1,026.77	0.1027
	37	10-11	1,068.03	0.1068
<b>Total</b>			<b>27,715.79</b>	<b>2.7716</b>

Área colectora	Colector	Tramo	Área (m2)	Área (ha)
<b>4</b>	44	9-16	3,309.21	0.3309
	43	10-17	3,348.86	0.3349
	42	10-17	3,101.89	0.3102
	41	11-18	6,164.78	0.6165
	40	11-18	2,324.10	0.2324
	E	16-17	2,706.09	0.2706
	E	17-18	2,402.65	0.2403
	E	18-19	1,219.89	0.1220
<b>Total</b>			<b>24,577.47</b>	<b>2.4577</b>

Área colectora	Colector	Tramo	Área (m2)	Área (ha)
<b>5</b>	28	3-8	2,835.03	0.2835
	29	7-8	3,537.90	0.3538
	30	7-8	3,279.51	0.3280
	47	8-15	2,456.43	0.2456
	46	8-15	2,471.70	0.2472
	45	9-16	2,939.55	0.2940
	50	15-16	3,331.30	0.3331
	48	14-15	3,360.78	0.3361
	49	14-15	3,217.60	0.3218
	62	15-22	3,395.97	0.3396
	63	21-22	3,083.21	0.3083
	B	2-7	3,094.67	0.3095
	B	7-14	3,076.01	0.3076
	B	14-21	3,405.44	0.3405
<b>Total</b>			<b>43,485.10</b>	<b>4.3485</b>

Área colectora	Colector	Tramo	Área (m2)	Área (ha)
<b>6</b>	51	15-16	2,732.17	0.2732
	60	16-23	3,449.99	0.3450
	61	15-22	3,453.57	0.3454
	65	22-23	3,066.95	0.3067
	66	22-23	3,299.90	0.3300
	87	23-30	3,040.00	0.3040
	88	22-29	3,109.79	0.3110
	D	29-30	3,463.62	0.3464
	D	28-29	6,593.30	0.6593
	92	29-30	3,149.58	0.3150
	89	28-29	5,103.59	0.5104
	64	21-22	6,013.49	0.6013
	C2	21" - 28	2,531.15	0.2531
<b>Total</b>			<b>49,007.10</b>	<b>4.9007</b>



Área colectora	Colector	Tramo	Área (m2)	Área (ha)
	90	29-29"	2,513.99	0.2514
	91	29-29"	4,066.14	0.4066
	93	30-30"	4,608.61	0.4609
	94	30-30"	4,969.22	0.4969
	95	30-31	2,708.47	0.2708
	96	31-31"	2,430.74	0.2431
	97	31-31"	1,021.50	0.1022
	98	31-32	2,712.75	0.2713
	99	32-32'	817.59	0.0818
	100	32-32'	785.37	0.0785
	101	32-33	2,654.61	0.2655
	102	33-33'	692.44	0.0692
	103	33-34	1,525.25	0.1525
	104	34-34'	903.07	0.0903
	105	34-34'	1,142.85	0.1143
	<b>Total</b>		<b>34,240.12</b>	<b>3.4240</b>

Área colectora	Colector	Tramo	Área (m2)	Área (ha)
8	52	16-17	5,992.04	0.5992
	53	17-18	2,764.17	0.2764
	54	18-19	2,076.95	0.2077
	55	18-25	3,206.79	0.3207
	58	17-24	3,285.49	0.3285
	59	16-23	3,301.13	0.3301
	67	23-24	2,980.30	0.2980
	68	23-24	3,065.42	0.3065
	69	24-25	3,147.55	0.3148
	70	24-25	3,361.96	0.3362
	71	25-26	2,929.60	0.2930
	72	25-26	3,401.23	0.3401
	73	20-26	1,790.28	0.1790
	74	20-26	1,577.07	0.1577
	75	26-27	1,748.96	0.1749
	76	26-27	2,574.98	0.2575
	77	27-27'	440.17	0.0440
	78	27-34	2,327.20	0.2327
	79	27-34	3,133.95	0.3134
	80	26-33	3,115.07	0.3115
	83	25-32	3,134.49	0.3134
	84	24-31	3,171.57	0.3172
	85	24-31	3,253.90	0.3254
	86	23-30	3,285.59	0.3286
	D	30-31	2,783.06	0.2783
	D	31-32	3,653.73	0.3654
	D	32-33	3,726.30	0.3726
	D	33-34	2,323.05	0.2323
	<b>Total</b>		<b>93,779.02</b>	<b>9.3779</b>

Área colectora	Colector	Tramo	Área (m2)	Área (ha)
<b>9</b>	110	38 - 39	6,226.31	0.6226
	109	38 - 37	834.89	0.0835
	108	37 - 36	376.82	0.0377
	106	35-36"	6,141.68	0.6142
	106"	35-36	6,141.68	0.6142
	107	36-36"	522.87	0.0523
	<b>Total</b>		<b>20,244.25</b>	<b>2.0244</b>

Área colectora	Colector	Tramo	Área (m2)	Área (ha)
<b>10</b>	114	39-42	3,490.71	0.3491
	117	43-42	5,517.75	0.5518
	118	43-42	5,161.77	0.5162
	115	38-43	4,411.55	0.4412
	116	38-43	1,541.45	0.1541
	F	43-44	3,864.09	0.3864
	<b>Total</b>		<b>23,987.32</b>	<b>2.3987</b>

Area colectora	Colector	Tramo	Area (m2)	Area (ha)
<b>11</b>	124	42-45	2,928.28	0.2928
	125	44-45	3,952.93	0.3953
	126	44-45	732.29	0.0732
	G	45-45´	1,588.38	0.1588
	<b>Total</b>		<b>9,201.88</b>	<b>0.9202</b>

Área colectora	Colector	Tramo	Área (m2)	Área (ha)
<b>12</b>	111	39 - 40	683.69	0.0684
	112	40-41	2,602.81	0.2603
	112`	40-41	989.81	0.0990
	113	39-42	2,845.12	0.2845
	119	42-41	980.09	0.0980
	120	42-41	1,283.07	0.1283
	121	41-41"	429.30	0.0429
	122	41-41"	851.38	0.0851
	I	41-46	3,099.46	0.3099
	136	45-45´	1,053.11	0.1053
	H	46-54	3,950.60	0.3951
	I	46-54	3,709.09	0.3709
	129	46-47	1,205.91	0.1206
	130	46-47	1,598.02	0.1598
	137	55-54	1,329.49	0.1329
	J	54-53	1,928.86	0.1929
	<b>Total</b>		<b>37,583.19</b>	<b>3.7583</b>

Área colectora	Colector	Tramo	Área (m2)	Área (ha)
<b>13</b>	133	48'-48	452.01	0.0452
	132	48-49	1,290.50	0.1291
	134	48-51	2,599.04	0.2599
	135	48-51	2,173.27	0.2173
	136	51-50	4,108.91	0.4109
	140"	52-51	547.71	0.0548
	140	52-51	716.12	0.0716
	141	51-50	1,507.80	0.1508
	142	51-51'	2,901.09	0.2901
	143	51-51'	2,592.01	0.2592
	<b>Total</b>		<b>18,888.46</b>	<b>1.8888</b>

Área colectora	Colector	Tramo	Área (m2)	Área (ha)
<b>14</b>	138	55-54	1,082.14	0.1082
	139	54-53	1,171.21	0.1171
	144	54-54'	4,550.02	0.4550
	145	54-54'	4,682.75	0.4683
	<b>Total</b>		<b>11,486.12</b>	<b>1.1486</b>

Área colectora	Colector	Tramo	Área (m2)	Área (ha)
<b>15</b>	146	57-58	3,887.68	0.3888
	147'	56-59	5,480.91	0.5481
	147	59-58	3,190.03	0.3190
	148	59-59	2,859.42	0.2859
	150	58-64	3,090.26	0.3090
	151	59-63	3,220.62	0.3221
	152	59-63	5,121.55	0.5122
	153	60-62	2,166.23	0.2166
	154	60-62	1,261.10	0.1261
	K	63-64	2,553.85	0.2554
	K	62-63	3,558.76	0.3559
	K	61-62	1,482.69	0.1483
	<b>Total</b>		<b>37,873.10</b>	<b>3.7873</b>

Área colectora	Colector	Tramo	Área (m2)	Área (ha)
<b>16</b>	157	63-64	3,428.88	0.3429
	156	62-63	4,082.93	0.4083
	155	61-62	2,343.09	0.2343
	162	64-67	2,101.59	0.2102
	163	63-68	2,566.09	0.2566
	164	63-68	3,055.01	0.3055
	165	62-69	3,108.69	0.3109
	166	62-69	3,183.60	0.3184
	167	70'-70	2,502.77	0.2503
	L	67-68	3,463.27	0.3463
	L	68-69	3,761.38	0.3761
	L	69-70	2,766.23	0.2766
	<b>Total</b>		<b>36,363.53</b>	<b>3.6364</b>

Área colectora	Colector	Tramo	Área (m2)	Área (ha)
<b>17</b>	172	67-68	2,497.09	0.2497
	171	68-69	4,347.01	0.4347
	170	69-70	2,646.65	0.2647
	178	69-75	3,660.60	0.3661
	179	70-74	3,789.49	0.3789
	180	70-74	2,255.18	0.2255
	181	71-73	232.13	0.0232
	182	71-73	4,928.41	0.4928
	N	74-75	3,207.03	0.3207
	N	73-74	4,429.69	0.4430
	N	72-73	3,108.11	0.3108
	N	72-50	645.14	0.0645
	<b>Total</b>		<b>35,746.53</b>	<b>3.5747</b>

Área colectora	Colector	Tramo	Área (m2)	Área (ha)
18	174	67-78	3,767.68	0.3768
	175	68-77	3,429.67	0.3430
	176	68-77	2,628.50	0.2629
	M	77-78	2,937.43	0.2937
	M	75-77	4,471.03	0.4471
	186	75-76	1,658.19	0.1658
	187	76-77	673.11	0.0673
	188	77-78	4,259.56	0.4260
	193	77-82	1,740.94	0.1741
	194	77-82	1,801.66	0.1802
	195	76-83	1,701.92	0.1702
	196	76-83	2,061.47	0.2061
	M	75-84	2,070.99	0.2071
	209	82-81	3,978.33	0.3978
	210	82-81	2,305.76	0.2306
	208	83-82	459.71	0.0460
	O	83-82	553.09	0.0553
	O	84-83	1,146.39	0.1146
	207	84-83	1,163.50	0.1164
	218	83-93	2,670.35	0.2670
	223	93-92	1,134.72	0.1135
	P	84-92	2,729.14	0.2729
	219	84-92	3,163.19	0.3163
	222	93-91	6,686.57	0.6687
	P	92-91	2,741.75	0.2742
	197	75-84	1,809.72	0.1810
	205	85-84	3,635.06	0.3635
	206	85-84	2,782.24	0.2782
	198	74-85	1,513.74	0.1514
	220	85-91	3,803.41	0.3803
	S	91 - 90	2,657.33	0.2657
	221	85-90	8,330.03	0.8330
	<b>Total</b>		<b>86,466.18</b>	<b>8.6466</b>

Área colectora	Colector	Tramo	Área (m2)	Área (ha)
<b>19</b>	185	74-75	4,090.79	0.4091
	184	73-74	4,258.07	0.4258
	183	72-73	4,192.56	0.4193
	183´	72-50	587.69	0.0588
	199	74-85	1,452.92	0.1453
	Q	86-85	3,857.83	0.3858
	204	86-85	2,584.75	0.2585
	203	87-86	2,091.34	0.2091
	Q	87-86	3,501.19	0.3501
	200	73-86	1,352.74	0.1353
	201	73-86	1,376.87	0.1377
	202	72-87	1,119.17	0.1119
	Q	87-88	3,537.99	0.3538
	<b>Total</b>		<b>34,003.91</b>	<b>3.4004</b>

Área colectora	Colector	Tramo	Área (m2)	Área (ha)
<b>20</b>	149	57-64	9,227.44	0.9227
	161	64-67	2,885.44	0.2885
	173	67-78	2,258.99	0.2259
	R	78-81	3,194.30	0.3194
	R	81-95	1,437.03	0.1437
	158	64-65	21,266.31	2.1266
	159	64-65	10,802.56	1.0803
	160	65-66	9,007.93	0.9008
	161	66-79	7,318.18	0.7318
	189	78-79	6,957.17	0.6957
	190	78-79	4,476.49	0.4476
	191	79-80	8,586.19	0.8586
	211	81-80	1,517.01	0.1517
	212	81-80	1,075.27	0.1075
	213	80-95	4,980.36	0.4980
	R	95-96	4,653.66	0.4654
	<b>Total</b>		<b>99,644.32</b>	<b>9.9644</b>

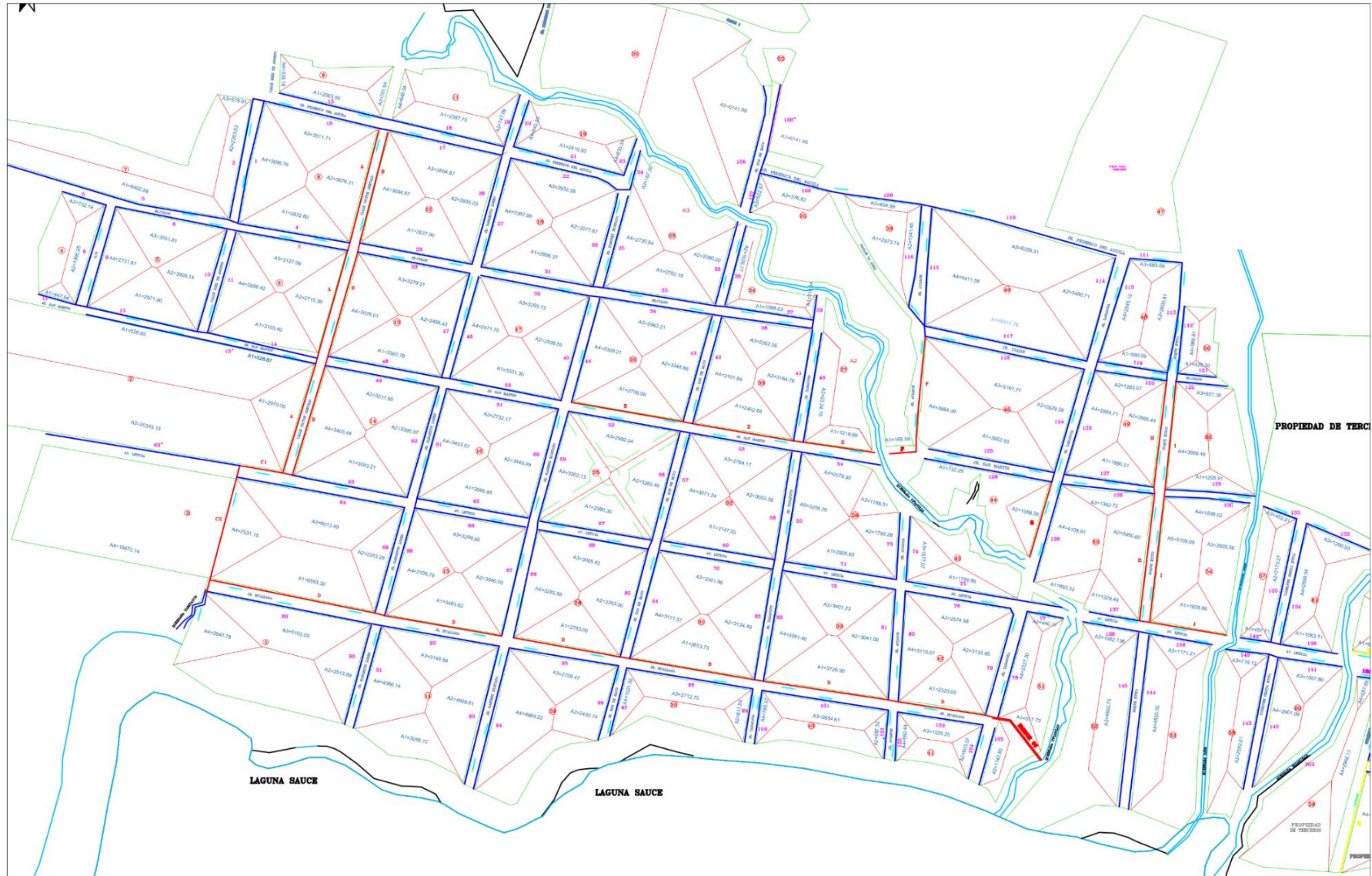


Figura 20. Áreas Tributarias o Áreas de influencia para cada colector sector Sauce

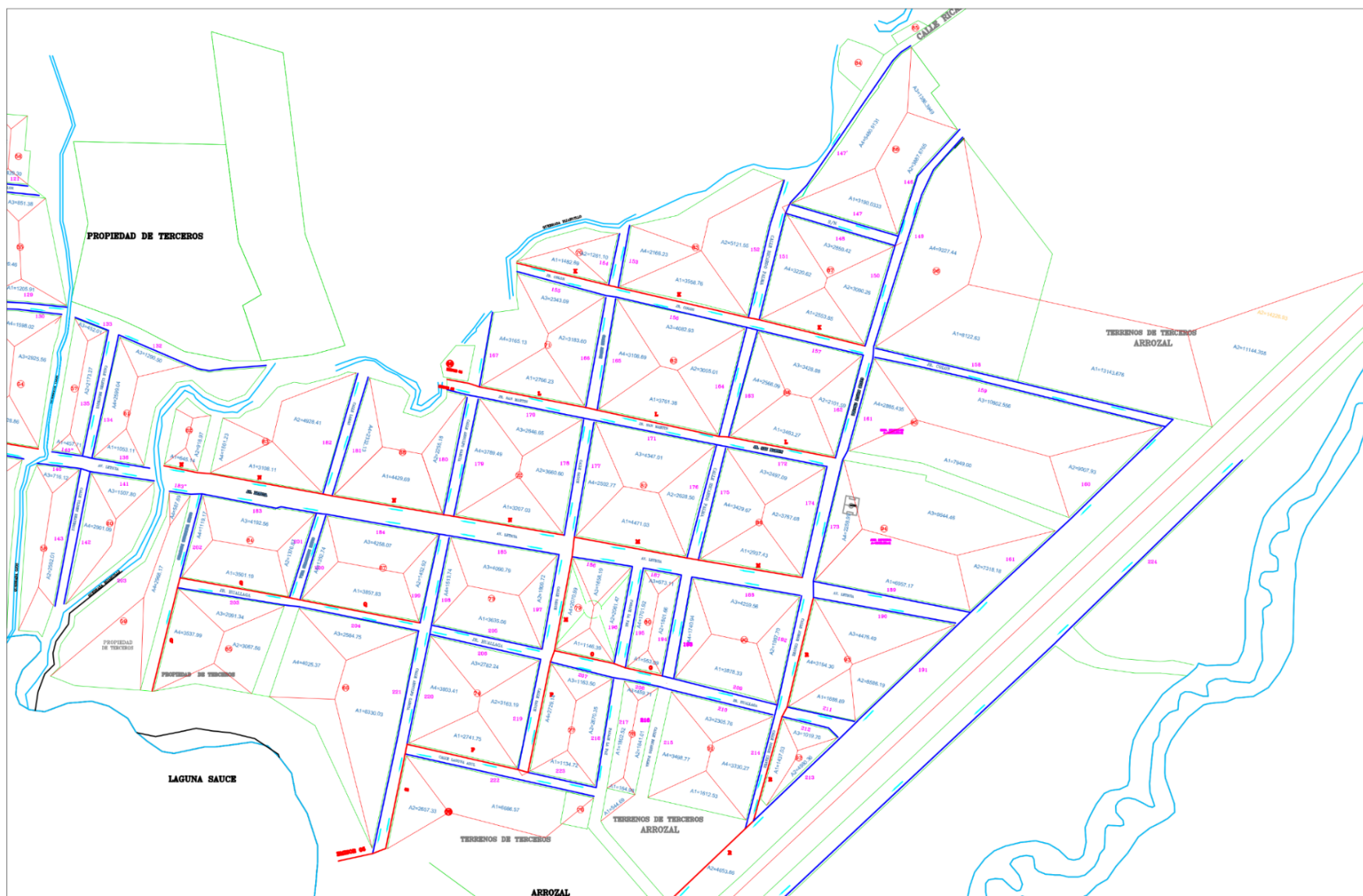


Figura 21. Areas Tributarias o Areas de influencia para cada colector sector 8 de Julio



### 3.2.2.1.2. Calculo de Caudales

Para el cálculo de los caudales se procedió primero calculando el caudal de diseño, utilizando el método racional, este modelo establece que el caudal superficial producido por una precipitación es:

$$Q = C \times I \times A$$

Dónde:  $Q$  = caudal superficial (m/s)

$C$  = coeficiente de escorrentía

$I$  = Intensidad máxima de lluvia (mm\*ha), para un  $T_r=25$  años y  $T_c=2.5$  min

$A$  = Área de drenaje (ha)

El factor de conversión a m<sup>3</sup>/sg, si la intensidad esta en mm/ha es dividir la expresión entre 360, a continuación, se presenta el valor del coeficiente de escorrentía ( $C$ ) y los cuadros de los cálculos del caudal de diseño en todos los colectores.

Corte Típico de una Sección Transversal

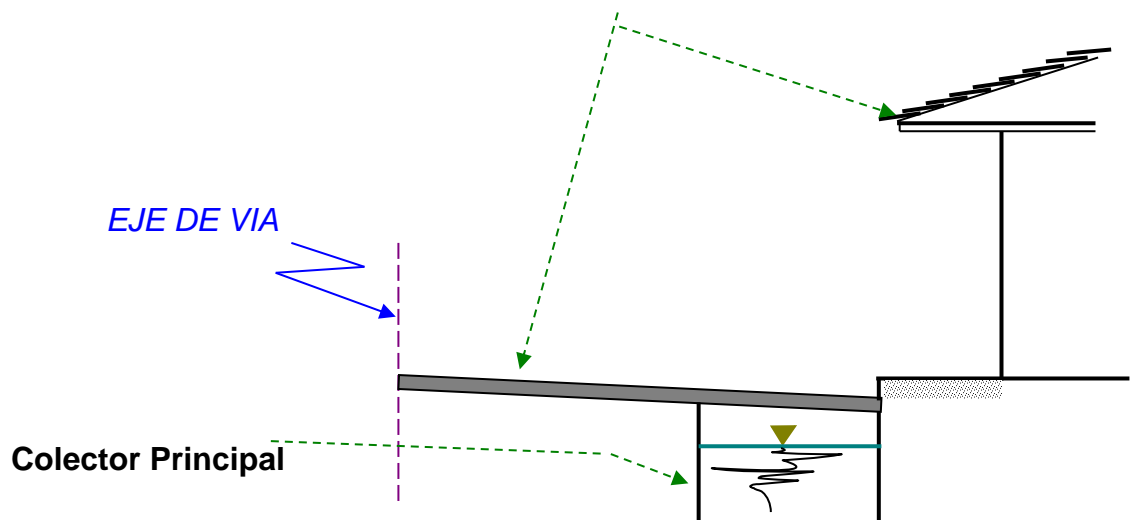


Figura 22.  $C=0.85$  (Tejado Impermeable, concreto) tabla N° 03

Para determinar el valor del coeficiente de escorrentía se utilizó la tabla N° 3, donde se consideran los siguientes: para tejado (0.75 – 0.95) y concreto (0.80 – 0.95), el proyecto está conceptualizado con calles pavimentadas de concreto.

Asumimos  $C=0.85$ , como un valor promedio, por lo cual comprobamos en el área colectora N° 1, que el valor asumido es igual al valor promedio como se comprueba en cuadro N° 16, siendo el valor de  $C = 0.85$  que utilizaremos para el cálculo del caudal según el método racional.

**Tabla 37**

*Coefficiente de Escorrentia compuesto por el Colector N°1*

Área colectora	Colector	Tramo	Área parcial (ha)	C par.	A (ha)	C inc.	$\Sigma$ axc	A total (ha)	C prom .
1	3	5-6		0.85	0.6403	0.85	0.5443	0.6403	0.85
	4	6-7	0.6403	0.85	0.2633	0.85	0.2238	0.9036	0.85
	5	5"-5		0.85	0.0732	0.85	0.0622	0.0732	0.85
	6	5-6	0.0732	0.85	0.3052	0.85	0.2594	0.3784	0.85
	7	6-7	0.3784	0.85	0.3127	0.85	0.2658	0.6911	0.85
	8	5-12		0.85	0.1995	0.85	0.1696	0.1995	0.85
	9	5-12	0.1995	0.85	0.2732	0.85	0.2322	0.4727	0.85
	10	13-6		0.85	0.3009	0.85	0.2558	0.3009	0.85
	11	13-6	0.3009	0.85	0.2898	0.85	0.2463	0.5907	0.85
	12	12"-12		0.85	0.0448	0.85	0.0381	0.0448	0.85
	13	12-13	0.0448	0.85	0.2972	0.85	0.2526	0.3420	0.85
	14	13-14	0.3420	0.85	0.3103	0.85	0.2638	0.6523	0.85
	15"	12-13		0.85	0.0698	0.85	0.0593	0.0698	0.85
	A	2-7		0.85	0.3676	0.85	0.3125	0.3676	0.85
	A	7-14	0.3676	0.85	0.2715	0.85	0.2308	0.6391	0.85
	A	14-21	0.6391	0.85	0.2979	0.85	0.2532	0.9370	0.85

### 3.2.2.1.3. Cálculo de Tiempo de Concentración

$$T_c = 0.0195 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

L = longitud (m)

H = desnivel (m)

del cuadro N° 15

Para colector N° 1, tramo 6-1, calle diez de agosto,

$$T_c = 0.0195 \left( \frac{114.71^3}{4.858} \right)^{0.385}$$

$$T_c = 2.539 \text{ min}$$

Para colector N° 2, tramo 6-1, calle Diez de Agosto,

$$T_c = 0.0195 \left( \frac{112.73^3}{4.858} \right)^{0.385}$$

$$T_c = 2.488 \text{ min}$$

Para colector N° 15, tramo 1-2, Jr. Federico del Aguila

$$T_c = 0.0195 \left( \frac{95.26^3}{1.499} \right)^{0.385}$$

$$T_c = 3.221 \text{ min}$$

Para colector N° 16, tramo 1-2, Jr. Federico del Aguila

$$T_c = 0.0195 \left( \frac{107.41^3}{2.10} \right)^{0.385}$$

$$T_c = 3.25 \text{ min}$$

Para colector N° 1, tramo 2-3, Jr. Federico del Aguila

$$T_c = 0.0195 \left( \frac{105.43^3}{1.557} \right)^{0.385}$$

$$T_c = 3.551 \text{ min}$$

Los valores de los demas colectores se indican en el cuadro N° 17

**Tabla 38***Caudales de Escurrimiento en los Tramos*

COLEC .	TRAM O	CALLE	INTENSIDA D DE DISEÑO (mm / H)	COEF ESCOR RENTI A	AREA ( Ha )	CAUD AL m <sup>3</sup> / s	TIEMPO DE CONCENTRACION Tc (min)
1	6-1	CALL. DIEZ DE AGOSTO	272.8	0.85	0.389676	0.2510	2.5386
2	6-1	CALL. DIEZ DE AGOSTO	272.8	0.85	0.226303	0.1458	2.488
15	1-2	JR. FEDERICO DEL AGUILA	272.8	0.85	0.206305	0.1329	3.221
16	1-2	JR. FEDERICO DEL AGUILA	272.8	0.85	0.351171	0.2262	3.250
17	2-3	JR. FEDERICO DEL AGUILA	272.8	0.85	0.359487	0.2315	3.551
18	2-3	JR. FEDERICO DEL AGUILA	272.8	0.85	0.238775	0.1538	3.551
21	3-4	JR. FEDERICO DEL AGUILA	272.8	0.85	0.241092	0.1553	2.476
22	3-4	JR. FEDERICO DEL AGUILA	272.8	0.85	0.293359	0.1890	2.561
111	39 - 40	JR. FEDERICO DEL AGUILA	272.8	0.85	0.068369	0.0440	0.998
110	38 - 39	JR. FEDERICO DEL AGUILA	272.8	0.85	0.622631	0.4010	2.316
109	38 - 37	JR. FEDERICO DEL AGUILA	272.8	0.85	0.083489	0.0538	1.248
108	37 - 36	JR. FEDERICO DEL AGUILA	272.8	0.85	0.037682	0.0243	1.272
3	5-6	Jr. COLON	272.8	0.85	0.640258	0.4124	1.717
5	5"-5	Jr. COLON	272.8	0.85	0.073218	0.0472	1.278
6	5-6	Jr. COLON	272.8	0.85	0.305181	0.1966	1.870
7	6-7	Jr. COLON	272.8	0.85	0.312709	0.2014	1.757
4	6-7	Jr. COLON	272.8	0.85	0.263260	0.1696	1.757
29	7-8	Jr. COLON	272.8	0.85	0.353790	0.2279	4.113
30	7-8	Jr. COLON	272.8	0.85	0.327951	0.2112	4.113
31	8-9	Jr. COLON	272.8	0.85	0.289837	0.1867	4.340
32	8-9	Jr. COLON	272.8	0.85	0.329373	0.2122	4.340
33	9-10	Jr. COLON	272.8	0.85	0.279219	0.1798	3.441
34	9-10	Jr. COLON	272.8	0.85	0.296321	0.1909	3.441
37	10-11	Jr. COLON	272.8	0.85	0.106803	0.0688	3.360
38	10-11	Jr. COLON	272.8	0.85	0.220255	0.1419	3.360
117	43-42	Jr. COLON	272.8	0.85	0.551775	0.3554	2.412
118	43-42	Jr. COLON	272.8	0.85	0.516177	0.3325	2.412
119	42-41	Jr. COLON	272.8	0.85	0.098009	0.0631	1.232

COLE C.	TRAMO	CALLE	INTENSID AD DE DISEÑO (mm / H)	COEF ESCOR RENTI A	AREA ( Ha )	CAUDA L m <sup>3</sup> / s	TIEMP O DE CONCE NTRAC ION Tc (min)
120	42-41	Jr. COLON	272.8	0.85	0.12830 7	0.0826	1.232
121	41-41"	Jr. COLON	272.8	0.85	0.04293 0	0.0277	1.181
122	41-41"	Jr. COLON	272.8	0.85	0.08513 8	0.0548	1.181
K	61-62	Jr. COLON	272.8	0.85	0.14826 9	0.0955	3.020
155	61-62	Jr. COLON	272.8	0.85	0.23430 9	0.1509	3.020
K	62-63	Jr. COLON	272.8	0.85	0.35587 6	0.2292	5.140
156	62-63	Jr. COLON	272.8	0.85	0.40829 3	0.2630	5.140
K	63-64	Jr. COLON	272.8	0.85	0.25538 5	0.1645	3.651
157	63-64	Jr. COLON	272.8	0.85	0.34288 8	0.2209	3.651
158	64-65	Jr. COLON	272.8	0.85	2.12663 1	1.3698	11.282
159	64-65	Jr. COLON	272.8	0.85	1.08025 6	0.6958	11.282
12	12"-12	Jr. SAN MARTIN	272.8	0.85	0.04479 4	0.0289	1.152
13	12-13	Jr. SAN MARTIN	272.8	0.85	0.29719 0	0.1914	2.114
15"	12-13	Jr. SAN MARTIN	272.8	0.85	0.05286 0	0.0340	2.114
15"	13-14	Jr. SAN MARTIN	272.8	0.85	0.05288 7	0.0341	1.725
14	13-14	Jr. SAN MARTIN	272.8	0.85	0.31034 0	0.1999	1.715
48	14-15	Jr. SAN MARTIN	272.8	0.85	0.33607 8	0.2165	4.411
49	14-15	Jr. SAN MARTIN	272.8	0.85	0.32176 0	0.2072	4.411
50	15-16	Jr. SAN MARTIN	272.8	0.85	0.33313 0	0.2146	5.344
51	15-16	Jr. SAN MARTIN	272.8	0.85	0.27321 7	0.1760	5.344
52	16-17	Jr. SAN MARTIN	272.8	0.85	0.59920 4	0.3860	4.208
E	16-17	Jr. SAN MARTIN	272.8	0.85	0.27060 9	0.1743	4.208
E	17-18	Jr. SAN MARTIN	272.8	0.85	0.24026 5	0.1548	3.715
53	17-18	Jr. SAN MARTIN	272.8	0.85	0.27641 7	0.1780	3.715
54	18-19	Jr. SAN MARTIN	272.8	0.85	0.20769 5	0.1338	1.498
E	18-19	Jr. SAN MARTIN	272.8	0.85	0.12198 9	0.0786	1.498
F	19-44	Jr. SAN MARTIN	272.8	0.85	0.01655 8	0.0107	0.546
125	44-45	Jr. SAN MARTIN	272.8	0.85	0.39529 3	0.2546	5.292

COLECTOR	TRAMO	CALLE	INTENSIDAD DE DISEÑO (mm / H)	COEF ESCORRENTIA A	AREA ( Ha )	CAUDAL m <sup>3</sup> / s	TIEMPO DE CONCENTRACION Tc (min)
126	44-45	Jr. MARTIN SAN	272.8	0.85	0.073229	0.0472	5.292
127	45-46	Jr. MARTIN SAN	272.8	0.85	0.188051	0.1211	1.686
128	45-46	Jr. MARTIN SAN	272.8	0.85	0.138272	0.0891	1.749
129	46-47	Jr. MARTIN SAN	272.8	0.85	0.120591	0.0777	1.675
130	46-47	Jr. MARTIN SAN	272.8	0.85	0.159802	0.1029	1.675
133	48'-48	Jr. MARTIN SAN	272.8	0.85	0.045201	0.0291	1.404
132	48-49	Jr. MARTIN SAN	272.8	0.85	0.129050	0.0831	5.326
L	67-68	Jr. MARTIN SAN	272.8	0.85	0.346327	0.2231	3.943
172	67-68	Jr. MARTIN SAN	272.8	0.85	0.249709	0.1608	3.884
171	68-69	Jr. MARTIN SAN	272.8	0.85	0.434701	0.2800	4.066
L	68-69	Jr. MARTIN SAN	272.8	0.85	0.376138	0.2423	4.066
L	69-70	Jr. MARTIN SAN	272.8	0.85	0.276623	0.1782	4.896
170	69-70	Jr. MARTIN SAN	272.8	0.85	0.264665	0.1705	4.969
63"	28" - 21"	Jr. LETICIA	272.8	0.85	2.034513	1.3105	3.477
63	21-22	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.308321	0.1986	3.482
64	21-22	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.601349	0.3873	5.356
65	22-23	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.306695	0.1975	3.993
66	22-23	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.329990	0.2126	3.993
67	23-24	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.298030	0.1920	3.988
68	23-24	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.306542	0.1974	3.988
69	24-25	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.314755	0.2027	4.299
70	24-25	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.336196	0.2165	4.299
71	25-26	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.292960	0.1887	5.232
72	25-26	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.340123	0.2191	5.232
75	26-27	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.174896	0.1127	3.635
76	26-27	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.257498	0.1659	3.758
77	27-27'	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.044017	0.0284	1.708

COLECTOR	TRAMO	CALLE	INTENSIDAD DE DISEÑO (mm / H)	COEF ESCORRENTIA	AREA (Ha)	CAUDAL m <sup>3</sup> /s	TIEMPO DE CONCENTRACION Tc (min)
137	55-54	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.132949	0.0856	2.330
138	55-54	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.108214	0.0697	2.330
J	54-53	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.192886	0.1242	3.518
139	54-53	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.117121	0.0754	3.518
140"	52-51	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.054771	0.0353	1.346
140	52-51	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.071612	0.0461	1.346
136	51-50	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.105311	0.0678	1.960
141	51-50	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.150780	0.0971	1.960
N	72-50	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.064514	0.0416	1.355
183"	72-50	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.058769	0.0379	1.355
N	72-73	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.310811	0.2002	3.705
183	72-73	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.419256	0.2700	3.705
N	73-74	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.442969	0.2853	5.357
184	73-74	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.425807	0.2743	5.002
185	74-75	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.409079	0.2635	4.011
N	74-75	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.320703	0.2066	4.011
186	75-76	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.165819	0.1068	2.197
187	76-77	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.067311	0.0434	2.016
M	75-77	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.447103	0.2880	4.057
M	77-78	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.293743	0.1892	5.261
188	77-78	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.425956	0.2744	5.803
189	78-79	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.695717	0.4481	6.798
190	78-79	Jr. LETICIA	272.8	0.85	0.447649	0.2883	6.798
C2	21" - 28	EMISOR 01	272.8	0.85	0.253115	0.1630	3.550
D	28-29	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.659330	0.4247	7.929
89	28-29	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.510359	0.3287	7.929
D	29-30	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.346362	0.2231	8.272
92	29-30	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.314958	0.2029	8.272
D	30-31	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.278306	0.1793	3.230

Colector	Tramo	Calle	Intensidad de Diseño (mm / h)	Coef Escorrentia	Area ( ha )	Caudal M <sup>3</sup> / s	Tiempo de concentracion Tc (min)
95	30-31	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.270847	0.1745	3.230
D	31-32	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.365373	0.2353	5.406
98	31-32	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.271275	0.1747	5.406
D	32-33	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.372630	0.2400	8.651
101	32-33	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.265461	0.1710	8.651
D	33-34	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.232305	0.1496	3.368
103	33-34	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.152525	0.0982	3.368
D	34-34"	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.051773	0.0333	2.513
Q	87-86	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.350119	0.2255	4.934
203	87-86	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.209134	0.1347	4.934
Q	86-85	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.385783	0.2485	3.927
204	86-85	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.258475	0.1665	3.927
205	85-84	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.363506	0.2341	5.100
206	85-84	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.278224	0.1792	5.100
O	84-83	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.114639	0.0738	2.503
207	84-83	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.116350	0.0749	2.503
O	83-82	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.055309	0.0356	1.855
208	83-82	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.045971	0.0296	2.186
209	82-81	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.397833	0.2562	5.042
210	82-81	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.230576	0.1485	5.042
211	81-80	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.188889	0.1217	3.160
212	81-80	Jr. HUALLAGA	272.8	0.85	0.101970	0.0657	3.602
10	13-6	Call. 10 DE AGOSTO	272.8	0.85	0.300914	0.1938	3.467
11	13-6	Call. 10 DE AGOSTO	272.8	0.85	0.289842	0.1867	3.467
8	5-12	Call. S/N	272.8	0.85	0.199525	0.1285	2.243
9	5-12	Call. S/N	272.8	0.85	0.273167	0.1759	2.243
A	2-7	Call. VICTOR AREVALO	272.8	0.85	0.367631	0.2368	3.230
B	2-7	Call. VICTOR AREVALO	272.8	0.85	0.309467	0.1993	3.199
A	7-14	Call. VICTOR AREVALO	272.8	0.85	0.271539	0.1749	2.354



COLECTOR	TRAMO	CALLE	INTENSIDAD DE	COEF	AREA	CAUDAL	TIEMPO DE
			DISEÑO (mm / H)				CONCENTRACION
				A	( Ha )	m <sup>3</sup> / s	Tc (min)
B	7-14	Call. VICTOR AREVALO	272.8	0.85	0.30760 1	0.1981	2.727
A	14-21	Call. VICTOR AREVALO	272.8	0.85	0.29790 0	0.1919	2.859
B	14-21	Call. VICTOR AREVALO	272.8	0.85	0.34054 4	0.2193	2.820
19	3-3"	Jr. SARGENTO LORES	272.8	0.85	0.07470 9	0.0481	1.654
20	3-3"	Jr. SARGENTO LORES	272.8	0.85	0.06435 0	0.0414	1.654
28	3-8	Jr. SARGENTO LORES	272.8	0.85	0.28350 3	0.1826	4.007
27	3-8	Jr. SARGENTO LORES	272.8	0.85	0.33679 9	0.2169	3.222
47	8-15	Jr. SARGENTO LORES	272.8	0.85	0.24564 3	0.1582	2.993
46	8-15	Jr. SARGENTO LORES	272.8	0.85	0.24717 0	0.1592	2.672
62	15-22	Jr. SARGENTO LORES	272.8	0.85	0.33959 7	0.2187	3.892
61	15-22	Jr. SARGENTO LORES	272.8	0.85	0.34535 7	0.2224	3.638
88	22-29	Jr. SARGENTO LORES	272.8	0.85	0.31097 9	0.2003	2.851
89	22-29	Jr. SARGENTO LORES	272.8	0.85	0.23532 8	0.1516	3.120
90	29-29"	Jr. SARGENTO LORES	272.8	0.85	0.25139 9	0.1619	3.673
91	29-29"	Jr. SARGENTO LORES	272.8	0.85	0.40661 4	0.2619	3.855
23	4-4"	Jr. RAMIREZ HURTADO	272.8	0.85	0.06333 4	0.0408	1.194
24	4-4"	Jr. RAMIREZ HURTADO	272.8	0.85	0.01673 6	0.0108	1.194
25	4-9	Jr. RAMIREZ HURTADO	272.8	0.85	0.27305 4	0.1759	2.871
26	4-9	Jr. RAMIREZ HURTADO	272.8	0.85	0.30778 7	0.1982	2.871
45	9-16	Jr. RAMIREZ HURTADO	272.8	0.85	0.29395 5	0.1893	4.741
44	9-16	Jr. RAMIREZ HURTADO	272.8	0.85	0.33092 1	0.2131	4.741
59	16-23	Jr. RAMIREZ HURTADO	272.8	0.85	0.33011 3	0.2126	3.653
60	16-23	Jr. RAMIREZ HURTADO	272.8	0.85	0.34499 9	0.2222	3.653
86	23-30	Jr. RAMIREZ HURTADO	272.8	0.85	0.32855 9	0.2116	2.919
87	23-30	Jr. RAMIREZ HURTADO	272.8	0.85	0.30400 0	0.1958	2.919
93	30-30"	Jr. RAMIREZ HURTADO	272.8	0.85	0.46086 1	0.2968	4.894
94	30-30"	Jr. RAMIREZ HURTADO	272.8	0.85	0.49692 2	0.3201	4.894
106"	35-36	Jr. DOS DE MAYO	272.8	0.85	0.61416 8	0.3956	1.854

Colector	Tramo	Calle	Intensidad de Diseño (mm / h)	Coef Escorrentia	Area ( ha )	Caudal M <sup>3</sup> / s	Tiempo de concentracion Tc (min)
107	36-36"	Jr. DOS DE MAYO	272.8	0.85	0.052287	0.0337	1.003
106	35-36"	Jr. DOS DE MAYO	272.8	0.85	0.614168	0.3956	2.319
35	10"-10	Jr. DOS DE MAYO	272.8	0.85	0.208020	0.1340	5.374
36	10"-10	Jr. DOS DE MAYO	272.8	0.85	0.102677	0.0661	5.374
43	10-17	Jr. DOS DE MAYO	272.8	0.85	0.334886	0.2157	3.504
42	10-17	Jr. DOS DE MAYO	272.8	0.85	0.310189	0.1998	3.504
58	17-24	Jr. DOS DE MAYO	272.8	0.85	0.328549	0.2116	2.974
57	17-24	Jr. DOS DE MAYO	272.8	0.85	0.307124	0.1978	2.978
85	24-31	Jr. DOS DE MAYO	272.8	0.85	0.325390	0.2096	3.159
84	24-31	Jr. DOS DE MAYO	272.8	0.85	0.317157	0.2043	3.144
96	31-31"	Jr. DOS DE MAYO	272.8	0.85	0.243074	0.1566	3.148
97	31-31"	Jr. DOS DE MAYO	272.8	0.85	0.102150	0.0658	3.181
39	11"-11	Jr. TARAPOTO	272.8	0.85	0.021434	0.0138	0.695
41	11-18	Jr. TARAPOTO	272.8	0.85	0.616478	0.3971	3.307
40	11-18	Jr. TARAPOTO	272.8	0.85	0.232410	0.1497	3.294
55	18-25	Jr. TARAPOTO	272.8	0.85	0.320679	0.2066	2.888
56	18-25	Jr. TARAPOTO	272.8	0.85	0.305338	0.1967	2.910
82	25-32	Jr. TARAPOTO	272.8	0.85	0.306140	0.1972	3.340
83	25-32	Jr. TARAPOTO	272.8	0.85	0.313449	0.2019	3.168
99	32-32'	Jr. TARAPOTO	272.8	0.85	0.081759	0.0527	1.468
100	32-32'	Jr. TARAPOTO	272.8	0.85	0.078537	0.0506	1.812
115	38-43	Jr. AVIADOR	272.8	0.85	0.441155	0.2842	2.416
116	38-43	Jr. AVIADOR	272.8	0.85	0.154145	0.0993	2.178
F	43-44	Jr. AVIADOR	272.8	0.85	0.386409	0.2489	1.585
73	20-26	Jr. AVIADOR	272.8	0.85	0.179028	0.1153	3.276
74	20-26	Jr. AVIADOR	272.8	0.85	0.157707	0.1016	3.276
80	26-33	Jr. AVIADOR	272.8	0.85	0.311507	0.2006	3.110
81	26-33	Jr. AVIADOR	272.8	0.85	0.304100	0.1959	3.165

Colector	Tramo	Calle	Intensidad de Diseño (mm / h)	Coef Escorrentía	Area ( ha )	Caudal M <sup>3</sup> / s	Tiempo de concentracion Tc (min)
101"	33-33´	Jr. AVIADOR	272.8	0.85	0.068752	0.0443	1.551
102	33-33´	Jr. AVIADOR	272.8	0.85	0.069244	0.0446	1.634
113	39-42	Jr. ZARAGOZA	272.8	0.85	0.284512	0.1833	2.219
114	39-42	Jr. ZARAGOZA	272.8	0.85	0.349071	0.2248	2.358
123	42-45	Jr. ZARAGOZA	272.8	0.85	0.288471	0.1858	1.177
124	42-45	Jr. ZARAGOZA	272.8	0.85	0.292828	0.1886	1.164
G	45-45´	Jr. ZARAGOZA	272.8	0.85	0.158838	0.1023	1.080
136	45-45´	Jr. ZARAGOZA	272.8	0.85	0.410891	0.2647	1.453
78	27-34	Jr. ZARAGOZA	272.8	0.85	0.232720	0.1499	3.270
79	27-34	Jr. ZARAGOZA	272.8	0.85	0.313395	0.2019	3.539
104	34-34´	Jr. ZARAGOZA	272.8	0.85	0.090307	0.0582	1.538
105	34-34´	Jr. ZARAGOZA	272.8	0.85	0.114285	0.0736	1.538
112	40-41	Call. BAÑOS	272.8	0.85	0.260281	0.1676	1.957
112´	40-41	Call. BAÑOS	272.8	0.85	0.098981	0.0638	1.145
H	41-46	Call. BAÑOS	272.8	0.85	0.289544	0.1865	1.198
I	41-46	Call. BAÑOS	272.8	0.85	0.309946	0.1996	1.198
H	46-54	Call. BAÑOS	272.8	0.85	0.395060	0.2545	2.167
I	46-54	Call. BAÑOS	272.8	0.85	0.370909	0.2389	2.109
144	54-54´	Call. BAÑOS	272.8	0.85	0.455002	0.2931	4.463
145	54-54´	Call. BAÑOS	272.8	0.85	0.468275	0.3016	4.840
134	48-51	Call. REATEGUI	272.8	0.85	0.259904	0.1674	4.341
135	48-51	Call. REATEGUI	272.8	0.85	0.217327	0.1400	4.843
142	51-51´	Call. REATEGUI	272.8	0.85	0.290109	0.1869	4.961
143	51-51´	Call. REATEGUI	272.8	0.85	0.259201	0.1670	4.649
202	72-87	Call. REATEGUI	272.8	0.85	0.111917	0.0721	2.784
Q	87-88	Call. REATEGUI	272.8	0.85	0.353799	0.2279	3.366
181	71-73	Call. LAMAS	272.8	0.85	0.023213	0.0150	4.724
182	71-73	Call. LAMAS	272.8	0.85	0.492841	0.3174	4.437

Colector	Tramo	Calle	Intensidad de Diseño (mm / h)	Coef Escorrentia	Area ( ha )	Caudal M³ / s	Tiempo de concentracion Tc (min)
201	73-86	Call. LAMAS	272.8	0.85	0.137687	0.0887	2.361
200	73-86	Call. LAMAS	272.8	0.85	0.135274	0.0871	2.374
167	70'-70	Call. ARNULFO GARCIA	272.8	0.85	0.316513	0.2039	3.595
179	70-74	Call. ARNULFO GARCIA	272.8	0.85	0.378949	0.2441	3.477
180	70-74	Call. ARNULFO GARCIA	272.8	0.85	0.225518	0.1453	3.504
198	74-85	Call. ARNULFO GARCIA	272.8	0.85	0.151374	0.0975	3.274
199	74-85	Call. ARNULFO GARCIA	272.8	0.85	0.145292	0.0936	3.053
220	85-91	Call. ARNULFO GARCIA	272.8	0.85	0.380341	0.2450	3.728
221	85-90	Call. ARNULFO GARCIA	272.8	0.85	0.833003	0.5365	7.479
223	93-92	Call. LAGUNA AZUL	272.8	0.85	0.113472	0.0731	2.553
P	92-91	Call. LAGUNA AZUL	272.8	0.85	0.274175	0.1766	5.109
222	93.91	Call. LAGUNA AZUL	272.8	0.85	0.668657	0.4307	6.709
153	60-62	Call. LOS SAUCES	272.8	0.85	0.216623	0.1395	2.562
154	60-62	Call. LOS SAUCES	272.8	0.85	0.126110	0.0812	5.435
165	62-69	Call. LOS SAUCES	272.8	0.85	0.310869	0.2002	2.922
166	62-69	Call. LOS SAUCES	272.8	0.85	0.318360	0.2051	3.069
177	69-75	Call. LOS SAUCES	272.8	0.85	0.250277	0.1612	3.819
178	69-75	Call. LOS SAUCES	272.8	0.85	0.366060	0.2358	4.395
197	75-84	Call. LOS SAUCES	272.8	0.85	0.180972	0.1166	2.908
M	75-84	Call. LOS SAUCES	272.8	0.85	0.207099	0.1334	3.541
219	84-92	Call. LOS SAUCES	272.8	0.85	0.316319	0.2037	3.731
P	84-92	Call. LOS SAUCES	272.8	0.85	0.272914	0.1758	3.724
195	76-83	PASAJE LA PAZ	272.8	0.85	0.170192	0.1096	3.742
196	76-83	PASAJE LA PAZ	272.8	0.85	0.206147	0.1328	3.628
218	83-93	PASAJE LA PAZ	272.8	0.85	0.267035	0.1720	3.806
147'	56-59	Call. RICARDO PALMA	272.8	0.85	0.548091	0.3530	5.145
151	59-63	Call. RICARDO PALMA	272.8	0.85	0.322062	0.2074	3.269
152	59-63	Call. RICARDO PALMA	272.8	0.85	0.512155	0.3299	3.913

Colector	Tramo	Calle	Intensidad de DISEÑO (mm / H)	Coef ESCORRENTIA	Area ( Ha )	Caudal M <sup>3</sup> / s	Tiempo de concentracion Tc (min)
163	63-68	Call. PALMA RICARDO	272.8	0.85	0.256609	0.1653	2.774
164	63-68	Call. PALMA RICARDO	272.8	0.85	0.305501	0.1968	3.216
175	68-77	Call. PALMA RICARDO	272.8	0.85	0.342967	0.2209	4.267
176	68-77	Call. PALMA RICARDO	272.8	0.85	0.262850	0.1693	3.497
193	77-82	Call. PALMA RICARDO	272.8	0.85	0.174094	0.1121	3.450
194	77-82	Call. PALMA	272.8	0.85	0.180166	0.1160	3.571
147	59-58	Call. S/N	272.8	0.85	0.319003	0.2055	4.044
148	59-59	Call. S/N	272.8	0.85	0.285942	0.1842	4.322
146	57-58	Call. JORGE CHAVEZ	272.8	0.85	0.388768	0.2504	2.844
150	58-64	Call. JORGE CHAVEZ	272.8	0.85	0.309026	0.1990	3.889
149	57-64	Call. JORGE CHAVEZ	272.8	0.85	0.922744	0.5943	6.468
161	64-67	Call. JORGE CHAVEZ	272.8	0.85	0.288544	0.1859	2.001
162	64-67	Call. JORGE CHAVEZ	272.8	0.85	0.210159	0.1354	2.610
173	67-78	Call. JORGE CHAVEZ	272.8	0.85	0.225899	0.1455	3.805
174	67-78	Call. JORGE CHAVEZ	272.8	0.85	0.376768	0.2427	3.515
192	78-81	Call. JORGE CHAVEZ	272.8	0.85	0.198770	0.1280	4.860
R	78-81	Call. JORGE CHAVEZ	272.8	0.85	0.319430	0.2057	4.676
R	81-95	Call. JORGE CHAVEZ	272.8	0.85	0.143703	0.0926	3.850
214	81-95	Call. JORGE CHAVEZ	272.8	0.85	0.333027	0.2145	4.130
160	65-66	Call. AEROPUERTO	272.8	0.85	0.900793	0.5802	4.136
161	66-79	Call. AEROPUERTO	272.8	0.85	0.731818	0.4714	3.265
191	79-80	Call. AEROPUERTO	272.8	0.85	0.858619	0.5530	5.504
213	80-95	Call. AEROPUERTO	272.8	0.85	0.498036	0.3208	4.541
R	95-96	Call. AEROPUERTO	272.8	0.85	0.465366	0.2997	3.620
EMISOR	96-97	Call. AEROPUERTO Call. ARNULFO	272.8	0.85	0.645877	0.4160	4.664
S	91-90	GARCIA	272.8	0.85	0.000000	5.1394	4.191

NOTA: se consideró una Intensidad de diseño constante porque es el máximo calculado con un Tc = 2.5 min y Tr = 25 años, para dimensionar las estructuras con el máximo valor y evitar fallas en el sistema de drenaje pluvial.

#### 3.2.2.1.4. Diseño Hidráulico de Colectores

Procederemos al cálculo de la sección de los colectores por el método de Manning, por lo que necesitamos para todos los colectores una sección de máxima eficiencia hidráulica (M.E.H)

Donde:

$$Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n}$$

Q = Caudal o gasto, en m<sup>3</sup>/s

A = área de la selección transversal, en m<sup>2</sup>

S = pendiente

n = coeficiente de manning

Los elementos de las secciones se calculan con los datos del cálculo de la base (b) y el tirante (y), describimos todos los elementos de las secciones que calcularemos:

(1). Caudal. El caudal de la sección será mayor que el caudal de diseño, en el cuadro N° 44, indicaremos el caudal de la sección calculada.

(2). Pendiente. Que resulta de la diferencia de cotas entre la distancia de cada tramo

(3). Ancho de Solera. Es la base del canal, calculado a partir de la fórmula de manning con una sección de máxima eficiencia hidráulica, como indicaremos el procedimiento líneas a bajo.

(4). Tirante. Es el tirante de agua, es la profundidad máxima del agua en el canal, calculado en función al caudal y la pendiente.

Se puede calcular mediante tanteos con la siguiente ecuación de Manning.

$$AR^{2/3} = \frac{1}{n} * QS^{1/2} \quad \text{de la ecuacion N° 07}$$

Sabemos que:  $A = b * y$

$$R = \frac{b*y}{b+2y}$$

(5). Velocidad. Valores de velocidades máximas y mínimas, parámetros importantes para el proyecto, por lo que se debe hacer una comprobación final detallada, la velocidad mínima aceptable depende del aporte de sedimentos que arrasan las aguas, para el proyecto se consideraran los siguientes valores:

Velocidad mínima de 0.6m/sg., tabla N° 15

Velocidad máxima de 6 m/sg., tabla N° 11

(6). Borde Libre. Es la diferencia entre la altura total del canal y el tirante de agua

(7). Área Hidráulica. La superficie ocupada por el líquido, como se plantea canales rectangulares viene a ser la base (b) del canal multiplicado por el tirante (y)

(8). Perímetro Mojado. La parte del contorno del conducto que está en contacto con el agua en este caso  $b+2y$

(9). Radio Hidráulico. Se obtiene de la división entre el área hidráulica y el perímetro mojado A/P

Detallaremos como procedimiento de cálculo de la sección del colector N° 3, tramo 5-6 en el jirón Colon:

### Colector n° 03: jr. Colon

Mz - 07

A1 = 6,402.58 m<sup>2</sup>

Tipo de Área	Cm	Consideración	Imax (mm/h)	Área (m <sup>2</sup> )	Q=Cm*I*A/3600 (Its/seg)
Área Total	0.8	Tejados	272.80	6,402.58	412.40
Techada :	5	Impermeables			
				Qtotal =	<b>412.40</b>

### Cálculo de la sección del colector (Método Manning):

Luego con la fórmula de MANNING, diseñaremos una sección de Máxima Eficiencia Hidráulica (M.E.H)

### Datos Generales:

Q1 = 0.4124 m<sup>3</sup>/seg

n = 0.015 (Para canales revestidos con concreto)

S = 9.44% Para efectos de cálculo S (Pendiente del colector), consideraremos que este valor

Deberá ser igual a la pendiente de la Sub Rasante.

Z = 0, Por ser de sección rectangular

### Diseño a M.E. H:

De la tabla N° 01 (Anexos) se obtiene:

y/b	Z = 0
0.50	0.295

$$\frac{Q * n * 1.49}{b^{8/3} S^{1/2}} =$$

0.295

### Remplazando valores Generales:

$$b = \left( \frac{Q * n * 1.49}{0.295 * S^{1/2}} \right)^{3/8} =$$

$$0.424 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad b = 0.424 \text{ m}$$

**Remplazando el valor de "b" en (\*\*):**

$$y = 0.424 \times 0.50 = 0.212 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad y = 0.212 \text{ m}$$

**Luego la sección del colector será:**

$$\square b = 0.60 \text{ m (Medida constructiva)}$$

$$\square y = 0.30 \text{ m}$$

**Cálculos de los elementos de sección:**

$$*). - \text{Borde Libre: } f = 0.33 \times Y = 0.33 \times 0.30$$

$$\square \square f = 0.10 \text{ m}$$

$$*). - \text{Altura: } H = Y + f = 0.30 + 0.10$$

$$\square \square H = 0.40 \text{ m}$$

$$*). - \text{Base: } b$$

$$\square \square b = 0.60 \text{ m}$$

$$*). - \text{Perímetro Mojado: } P_m = 2Y + b = 2 \times 0.30 + 0.60$$

$$\square \square P_m = 1.20 \text{ m}$$

$$*). - \text{Área Hidráulica: } A = b \times Y = 0.60 \times 0.30$$

$$\square \square A = 0.180 \text{ m}^2$$

$$*). - \text{Radio Hidráulico: } R = A/P_m = 0.18/1.20$$

$$\square \square R = 0.15 \text{ m}$$

**Verificación por manning del caudal:**

$$Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n} \quad Q = \frac{0.180 \times 0.15^{2/3} \times 0.00944^{1/2}}{0.015}$$

$$Q_2 = 1.041 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_2 > Q_1 (\text{diseño}) \rightarrow ok$$

**\*). - Verificación por velocidad:**

$$V = Q/A \quad V = 1.041/0.180 = 5.78 \text{ m/sg}$$

Secciones mínimas que debe tener nuestra sección



Tabla 39

## Diseño Hidraulico de Cunetas

TRAM	CALLE	CAUDAL DE DISEÑO (Q1)	PENDIENTE S (%)	COEF. RUGOS. n	TIRANTE (Y)	Base (b)	TIRANTE (Y)	Borde Libre (m)	AREA HIDRAUL.	PERIMETRO MOJADO	RADIO HIDRAUL.	CAUDAL DE SECCION (Q2)	VERIFICACION Q1 - Q2	VERIFICACION POR VELOCIDAD V = Q/A	SECCION B	H
6-1	Calle Diez de Agosto	0.2510	0.0424	0.015	0.2045	0.409	0.250	0.0833	0.1250	1.0000	0.1250	0.429	OK	3.43	0.50	0.3
6-1	Calle Diez de Agosto	0.1458	0.0431	0.015	0.1665	0.333	0.200	0.0555	0.0800	0.8000	0.1000	0.239	OK	2.98	0.40	0.3
1-2	Jr. Federico del Aguila	0.6230	0.0196	0.015	0.3325	0.665	0.350	0.1108	0.2450	1.4000	0.1750	0.715	OK	2.92	0.70	0.5
1-2	Jr. Federico del Aguila	0.6230	0.0196	0.015	0.3325	0.665	0.350	0.1108	0.2450	1.4000	0.1750	0.715	OK	2.92	0.70	0.5
2-3	Jr. Federico del Aguila	0.8545	0.0150	0.015	0.3940	0.788	0.400	0.1313	0.3200	1.6000	0.2000	0.892	OK	2.79	0.80	0.5
1-2	Jr. Federico del Aguila	0.1329	0.0157	0.015	0.1940	0.388	0.200	0.0647	0.0800	0.8000	0.1000	0.144	OK	1.80	0.40	0.3
2-3	Jr. Federico del Aguila	0.2867	0.0150	0.015	0.2615	0.523	0.300	0.0872	0.1800	1.2000	0.1500	0.414	OK	2.30	0.60	0.4
3-3"	Jr. Sargento Lores	1.1893	0.0247	0.015	0.4060	0.812	0.450	0.1353	0.4050	1.8000	0.2250	1.569	OK	3.87	0.90	0.6
5-6	Jr. Colon	0.4124	0.0944	0.015	0.2120	0.424	0.300	0.0707	0.1800	1.2000	0.1500	1.041	OK	5.78	0.60	0.4
6-7	Jr. Colon	0.5820	0.0875	0.015	0.2450	0.490	0.300	0.0817	0.1800	1.2000	0.1500	1.002	OK	5.57	0.60	0.4
5-6	Jr. Colon	0.1966	0.0756	0.015	0.1675	0.335	0.200	0.0558	0.0800	0.8000	0.1000	0.316	OK	3.95	0.40	0.3
6-7	Jr. Colon	0.3980	0.0875	0.015	0.2125	0.425	0.250	0.0708	0.1250	1.0000	0.1250	0.616	OK	4.93	0.50	0.3
5"-5	Jr. Colon	0.0472	0.0330	0.015	0.1145	0.229	0.150	0.0382	0.0450	0.6000	0.0750	0.097	OK	2.15	0.30	0.2
5-12	S/N	0.1757	0.0415	0.015	0.1795	0.359	0.250	0.0598	0.1250	1.0000	0.1250	0.424	OK	3.39	0.50	0.3
12"-12	Jr. San Martin	0.0289	0.0309	0.015	0.0965	0.193	0.150	0.0322	0.0450	0.6000	0.0750	0.094	OK	2.08	0.30	0.2
5-12	S/N	0.1759	0.0415	0.015	0.1800	0.360	0.200	0.0600	0.0800	0.8000	0.1000	0.234	OK	2.93	0.40	0.3
12-13	Jr. San Martin	0.5719	0.0544	0.015	0.2660	0.532	0.300	0.0887	0.1800	1.2000	0.1500	0.790	OK	4.39	0.60	0.4
13-14	Jr. San Martin	1.1523	0.0923	0.015	0.3130	0.626	0.350	0.1043	0.2450	1.4000	0.1750	1.553	OK	6.34	0.70	0.5
12-13	Jr. San Martin	0.0340	0.0544	0.015	0.0925	0.185	0.150	0.0308	0.0450	0.6000	0.0750	0.124	OK	2.77	0.30	0.2
13-14	Jr. San Martin	0.0681	0.0911	0.015	0.1085	0.217	0.150	0.0362	0.0450	0.6000	0.0750	0.161	OK	3.58	0.30	0.2
2-7	Jr. Victor Arevalo	0.2368	0.0206	0.015	0.2295	0.459	0.250	0.0765	0.1250	1.0000	0.1250	0.299	OK	2.39	0.50	0.3
7-14	Jr. Victor Arevalo	1.3917	0.0421	0.015	0.3895	0.779	0.450	0.1298	0.4050	1.8000	0.2250	2.049	OK	5.06	0.90	0.6
14-21	Jr. Victor Arevalo	2.8040	0.0263	0.015	0.5535	1.107	0.600	0.1845	0.7200	2.4000	0.3000	3.488	OK	4.84	1.20	0.8
3-8	Jr. Sargento Lores	0.1826	0.0108	0.015	0.2345	0.469	0.250	0.0782	0.1250	1.0000	0.1250	0.216	OK	1.73	0.50	0.3
7-8	Jr. Colon	0.4105	0.0098	0.015	0.3235	0.647	0.350	0.1078	0.2450	1.4000	0.1750	0.507	OK	2.07	0.70	0.5
7-8	Jr. Colon	0.2112	0.0098	0.015	0.2520	0.504	0.300	0.0840	0.1800	1.2000	0.1500	0.336	OK	1.87	0.60	0.4
8-15	Jr. Sargento Lores	0.1582	0.0210	0.015	0.1965	0.393	0.250	0.0655	0.1250	1.0000	0.1250	0.302	OK	2.41	0.50	0.3

TRAM.	CALLE	CAUDAL DE DISEÑO	PENDIE NTE	COEF. RUGOS.	TIRAN TE (Y)	Base (b)	TIRA NTE (Y)	Borde Libre	AREA	PERIME	RADIO	CAUDA L DE SECCIO N	VERIFI CACIO N	VERIFICACION POR VELOCIDAD	SECCION	
		(Q1)	S (%)	n				(m)	HIDR AU.	MOJADO	HIDRA UL	(Q2)	Q1 - Q2	V = Q/A	B	H
14-15	Jr. San Martin	1.1272	0.0084	0.015	0.4870	0.974	0.500	0.1623	0.5000	2.0000	0.2500	1.213	OK	2.43	1.00	0.7
14-15	Jr. San Martin	0.2072	0.0084	0.015	0.2580	0.516	0.300	0.0860	0.1800	1.2000	0.1500	0.311	OK	1.73	0.60	0.4
15-22	Jr. Sargento Lores	0.2187	0.0121	0.015	0.2460	0.492	0.250	0.0820	0.1250	1.0000	0.1250	0.229	OK	1.83	0.50	0.3
21-22	Jr. Leticia	0.4173	0.0159	0.015	0.2975	0.595	0.300	0.0992	0.1800	1.2000	0.1500	0.427	OK	2.37	0.60	0.4
9 - 16	Jr. Ramirez Hurtado	0.1893	0.0062	0.015	0.2640	0.528	0.300	0.0880	0.1800	1.2000	0.1500	0.267	OK	1.48	0.60	0.4
15 - 16	Jr. San Martin	0.4039	0.0049	0.015	0.3660	0.732	0.400	0.1220	0.3200	1.6000	0.2000	0.512	OK	1.60	0.80	0.5
8 - 15	Jr. Sargento Lores	0.1592	0.0282	0.015	0.1865	0.373	0.200	0.0622	0.0800	0.8000	0.1000	0.193	OK	2.41	0.40	0.3
21 - 22	Jr. Leticia	0.3873	0.0110	0.015	0.3100	0.620	0.350	0.1033	0.2450	1.4000	0.1750	0.536	OK	2.19	0.70	0.5
22 - 29	Jr. Sargento Lores	0.1516	0.0194	0.015	0.1960	0.392	0.250	0.0653	0.1250	1.0000	0.1250	0.290	OK	2.32	0.50	0.3
15 - 16	Jr. San Martin	0.1760	0.0049	0.015	0.2680	0.536	0.300	0.0893	0.1800	1.2000	0.1500	0.238	OK	1.32	0.60	0.4
15 - 22	Jr. Sargento Lores	0.3984	0.0144	0.015	0.2980	0.596	0.300	0.0993	0.1800	1.2000	0.1500	0.406	OK	2.26	0.60	0.4
22 - 23	Jr. Leticia	0.1975	0.0103	0.015	0.2435	0.487	0.250	0.0812	0.1250	1.0000	0.1250	0.212	OK	1.69	0.50	0.3
22 - 23	Jr. Leticia	0.2126	0.0103	0.015	0.2505	0.501	0.300	0.0835	0.1800	1.2000	0.1500	0.344	OK	1.91	0.60	0.4
22 - 29	Jr. Sargento Lores	1.1848	0.0245	0.015	0.4060	0.812	0.450	0.1353	0.4050	1.8000	0.2250	1.563	OK	3.86	0.90	0.6
16 - 23	Jr. Ramirez Hurtado	0.2222	0.0137	0.015	0.2415	0.483	0.250	0.0805	0.1250	1.0000	0.1250	0.244	OK	1.95	0.50	0.3
23 - 30	Jr. Ramirez Hurtado	0.4180	0.0236	0.015	0.2765	0.553	0.300	0.0922	0.1800	1.2000	0.1500	0.521	OK	2.89	0.60	0.4
29 - 30	Jr. Huallaga	0.6411	0.0017	0.015	0.5295	1.059	0.550	0.1765	0.6050	2.2000	0.2750	0.711	OK	1.17	1.10	0.7
28 - 29	Jr. Huallaga	2.4022	0.0039	0.015	0.7475	1.495	0.750	0.2492	1.1250	3.0000	0.3750	2.430	OK	2.16	1.50	1.0
2 - 7	Calle Victor Arevalo	0.1993	0.0211	0.015	0.2140	0.428	0.250	0.0713	0.1250	1.0000	0.1250	0.303	OK	2.42	0.50	0.3
7 - 14	Calle Victor Arevalo	1.0192	0.0287	0.015	0.3725	0.745	0.400	0.1242	0.3200	1.6000	0.2000	1.236	OK	3.86	0.80	0.5
14 - 21	Calle Victor Arevalo	2.7648	0.0272	0.015	0.5465	1.093	0.600	0.1822	0.7200	2.4000	0.3000	3.551	OK	4.93	1.20	0.8
21" - 21	Jr. Leticia	5.9861	0.0015	0.015	1.2555	2.511	1.350	0.4185	3.6450	5.4000	0.6750	7.284	OK	2.00	2.70	1.8
28" - 21"	Jr. Leticia	1.3105	0.0451	0.015	0.3760	0.752	0.500	0.1253	0.5000	2.0000	0.2500	2.809	OK	5.62	1.00	0.6
21" - 28	C2	7.5849	0.0130	0.015	0.9175	1.835	1.000	0.3058	2.0000	4.0000	0.5000	9.569	OK	4.78	2.00	1.3
29 - 30	Jr. Huallaga	0.2029	0.0017	0.015	0.3440	0.688	0.400	0.1147	0.3200	1.6000	0.2000	0.304	OK	0.95	0.80	0.5
28 - 29	Jr. Huallaga	0.5316	0.0039	0.015	0.4245	0.849	0.500	0.1415	0.5000	2.0000	0.2500	0.824	OK	1.65	1.00	0.6

TRAM.	CALLE	CAUDAL DE DISEÑO	PENDIE NTE	COEF. RUGOS	TIRAN TE (Y)	Base (b)	TIRA NTE (Y)	Borde Libre	AREA	PERIME	RADIO	CAUDAL DE SECCION	VERIFIC ACION	VERIFICACION POR VELOCIDAD	SECCION	
		(Q1)	S (%)	n				(m)	HIDR AU.	MOJADO	HIDRA UL	(Q2)	Q1 - Q2	V = Q/A	B	H
29 - 29"	Jr. Sargento Lores	0.1795	0.0098	0.015	0.2375	0.475	0.250	0.0792	0.1250	1.0000	0.1250	0.206	OK	1.65	0.50	0.3
30 - 30"	Jr. Ramirez Hurtado	0.3061	0.0101	0.015	0.2885	0.577	0.300	0.0962	0.1800	1.2000	0.1500	0.341	OK	1.90	0.60	0.4
30 - 30"	Jr. Ramirez Hurtado	0.3227	0.0101	0.015	0.2940	0.588	0.300	0.0980	0.1800	1.2000	0.1500	0.341	OK	1.90	0.60	0.4
30 - 31	Jr. huallaga	0.1830	0.0173	0.015	0.2150	0.430	0.250	0.0717	0.1250	1.0000	0.1250	0.274	OK	2.19	0.50	0.3
31 - 31"	Jr. Dos de Mayo	0.2843	0.0094	0.015	0.2845	0.569	0.300	0.0948	0.1800	1.2000	0.1500	0.329	OK	1.83	0.60	0.4
31 - 31"	Jr. Dos de Mayo	0.2641	0.0092	0.015	0.2780	0.556	0.300	0.0927	0.1800	1.2000	0.1500	0.324	OK	1.80	0.60	0.4
31 - 32	Jr. huallaga	0.1333	0.0059	0.015	0.2335	0.467	0.250	0.0778	0.1250	1.0000	0.1250	0.160	OK	1.28	0.50	0.3
32- 32'	Jr. Tarapoto	0.1077	0.0334	0.015	0.1560	0.312	0.200	0.0520	0.0800	0.8000	0.1000	0.210	OK	2.62	0.40	0.3
32- 32'	Jr. Tarapoto	0.2476	0.0193	0.015	0.2360	0.472	0.250	0.0787	0.1250	1.0000	0.1250	0.290	OK	2.32	0.50	0.3
32 - 33	Jr. huallaga	0.1294	0.0018	0.015	0.2890	0.578	0.300	0.0963	0.1800	1.2000	0.1500	0.143	OK	0.80	0.60	0.4
33 - 33"	Jr. Aviator	0.0915	0.0235	0.015	0.1565	0.313	0.200	0.0522	0.0800	0.8000	0.1000	0.176	OK	2.20	0.40	0.3
33 - 33"	Jr. Aviator	0.0630	0.0205	0.015	0.1395	0.279	0.150	0.0465	0.0450	0.6000	0.0750	0.076	OK	1.70	0.30	0.2
33 - 34	Jr. huallaga	0.0931	0.0099	0.015	0.1855	0.371	0.200	0.0618	0.0800	0.8000	0.1000	0.114	OK	1.43	0.40	0.3
34 - 34"	Jr. Zaragoza	0.1794	0.0314	0.015	0.1910	0.382	0.200	0.0637	0.0800	0.8000	0.1000	0.204	OK	2.54	0.40	0.3
34 - 34"	Jr. Zaragoza	0.0576	0.0314	0.015	0.1245	0.249	0.150	0.0415	0.0450	0.6000	0.0750	0.094	OK	2.10	0.30	0.2
3 - 3"	Jr. Sargento Lores	0.0940	0.0247	0.015	0.1565	0.313	0.200	0.0522	0.0800	0.8000	0.1000	0.180	OK	2.26	0.40	0.3
3 - 4	Jr. Federico del Aguila	0.2084	0.0353	0.015	0.1975	0.395	0.200	0.0658	0.0800	0.8000	0.1000	0.216	OK	2.70	0.40	0.3
4 - 4"	Jr. Ramirez Hurtado	0.2752	0.0295	0.015	0.2265	0.453	0.250	0.0755	0.1250	1.0000	0.1250	0.358	OK	2.86	0.50	0.3
3 - 4	Jr. Federico del Aguila	0.1455	0.0343	0.015	0.1735	0.347	0.200	0.0578	0.0800	0.8000	0.1000	0.213	OK	2.66	0.40	0.3
4 - 4"	Jr. Ramirez Hurtado	0.1582	0.0295	0.015	0.1840	0.368	0.200	0.0613	0.0800	0.8000	0.1000	0.197	OK	2.47	0.40	0.3
3 - 8	Jr. Sargento Lores	0.2121	0.0190	0.015	0.2235	0.447	0.250	0.0745	0.1250	1.0000	0.1250	0.287	OK	2.30	0.50	0.3
8 - 9	Jr. Colon	0.4025	0.0084	0.015	0.3310	0.662	0.350	0.1103	0.2450	1.4000	0.1750	0.469	OK	1.91	0.70	0.5
4 - 9	Jr. Ramirez Hurtado	0.1789	0.0180	0.015	0.2115	0.423	0.250	0.0705	0.1250	1.0000	0.1250	0.280	OK	2.24	0.50	0.3
4 - 9	Jr. Ramirez Hurtado	0.2128	0.0180	0.015	0.2260	0.452	0.250	0.0753	0.1250	1.0000	0.1250	0.280	OK	2.24	0.50	0.3
9 - 10	Jr. Colon	1.1861	0.0153	0.015	0.4435	0.887	0.450	0.1478	0.4050	1.8000	0.2250	1.237	OK	3.06	0.90	0.6
10 - 11	Jr. Colon	1.2531	0.0103	0.015	0.4880	0.976	0.500	0.1627	0.5000	2.0000	0.2500	1.341	OK	2.68	1.00	0.7
8 - 9	Jr. Colon	0.1938	0.0084	0.015	0.2515	0.503	0.300	0.0838	0.1800	1.2000	0.1500	0.311	OK	1.73	0.60	0.4
9 - 10	Jr. Colon	0.3922	0.0153	0.015	0.2925	0.585	0.300	0.0975	0.1800	1.2000	0.1500	0.420	OK	2.33	0.60	0.4

TRAM.	CALLE	CAUDAL DE DISEÑO	PENDIE NTE	COEF. RUGOS	TIRAN TE (Y)	Base (b)	TIRA NTE (Y)	Borde Libre	AREA	PERIME	RADIO	CAUDAL DE SECCION	VERIFI CACIO N	VERIFICACION POR VELOCIDAD	SECCION	
		(Q1)	S (%)	n				(m)	HIDR AU.	MOJADO	HIDRA UL	(Q2)	Q1 - Q2	V = Q/A	B	H
10 - 11	Jr. Colon	0.5449	0.0103	0.015	0.3570	0.714	0.400	0.1190	0.3200	1.6000	0.2000	0.740	OK	2.31	0.80	0.5
11" - 11	Jr. Tarapoto	1.8020	0.0501	0.015	0.4155	0.831	0.450	0.1385	0.4050	1.8000	0.2250	2.235	OK	5.52	0.90	0.6
9 - 16	Jr. Ramirez Hurtado	0.2131	0.0062	0.015	0.2760	0.552	0.300	0.0920	0.1800	1.2000	0.1500	0.267	OK	1.48	0.60	0.4
16 - 17	Jr. San Martin	0.3875	0.0091	0.015	0.3210	0.642	0.325	0.1070	0.2113	1.3000	0.1625	0.401	OK	1.90	0.65	0.4
10 - 17	Jr. Dos de Mayo	0.2157	0.0143	0.015	0.2370	0.474	0.250	0.0790	0.1250	1.0000	0.1250	0.250	OK	2.00	0.50	0.3
10 - 17	Jr. Dos de Mayo	0.1998	0.0143	0.015	0.2300	0.460	0.250	0.0767	0.1250	1.0000	0.1250	0.250	OK	2.00	0.50	0.3
17 - 18	Jr. San Martin	0.9577	0.0105	0.015	0.4390	0.878	0.450	0.1463	0.4050	1.8000	0.2250	1.024	OK	2.53	0.90	0.6
11 - 18	Jr. Tarapoto	0.3971	0.0176	0.015	0.2865	0.573	0.300	0.0955	0.1800	1.2000	0.1500	0.449	OK	2.49	0.60	0.4
11 - 18	Jr. Tarapoto	0.1497	0.0178	0.015	0.1985	0.397	0.200	0.0662	0.0800	0.8000	0.1000	0.153	OK	1.91	0.40	0.3
18 - 19	Jr. San Martin	1.5831	0.0374	0.015	0.4180	0.836	0.450	0.1393	0.4050	1.8000	0.2250	1.932	OK	4.77	0.90	0.6
16 - 17	Jr. San Martin	0.3860	0.0091	0.015	0.3205	0.641	0.350	0.1068	0.2450	1.4000	0.1750	0.488	OK	1.99	0.70	0.5
16 - 17	Jr. San Martin	0.5640	0.0105	0.015	0.3600	0.720	0.400	0.1200	0.3200	1.6000	0.2000	0.748	OK	2.34	0.80	0.5
18 - 19	Jr. San Martin	0.6978	0.0374	0.015	0.3075	0.615	0.350	0.1025	0.2450	1.4000	0.1750	0.989	OK	4.03	0.70	0.5
16 - 23	Jr. Ramirez Hurtado	0.2126	0.0137	0.015	0.2375	0.475	0.250	0.0792	0.1250	1.0000	0.1250	0.244	OK	1.95	0.50	0.3
23 - 30	Jr. Ramirez Hurtado	0.4243	0.0236	0.015	0.2780	0.556	0.300	0.0927	0.1800	1.2000	0.1500	0.521	OK	2.89	0.60	0.4
23 - 24	Jr. Leticia	0.1920	0.0110	0.015	0.2385	0.477	0.250	0.0795	0.1250	1.0000	0.1250	0.218	OK	1.74	0.50	0.3
17 - 24	Jr. Dos de Mayo	0.2116	0.0233	0.015	0.2150	0.430	0.250	0.0717	0.1250	1.0000	0.1250	0.318	OK	2.54	0.50	0.3
23 - 24	Jr. Leticia	0.1974	0.0110	0.015	0.2410	0.482	0.250	0.0803	0.1250	1.0000	0.1250	0.218	OK	1.74	0.50	0.3
24 - 31	Jr. Dos de Mayo	0.8106	0.0194	0.015	0.3680	0.736	0.400	0.1227	0.3200	1.6000	0.2000	1.015	OK	3.17	0.80	0.5
17 - 24	Jr. Dos de Mayo	0.1978	0.0232	0.015	0.2095	0.419	0.250	0.0698	0.1250	1.0000	0.1250	0.317	OK	2.54	0.50	0.3
24-31	Jr. Dos de Mayo	0.4021	0.0196	0.015	0.2820	0.564	0.300	0.0940	0.1800	1.2000	0.1500	0.474	OK	2.64	0.60	0.4
18 - 25	Jr. Tarapoto	0.1967	0.0230	0.015	0.2095	0.419	0.250	0.0698	0.1250	1.0000	0.1250	0.316	OK	2.53	0.50	0.3
24 - 25	Jr. Leticia	0.2027	0.0089	0.015	0.2530	0.506	0.300	0.0843	0.1800	1.2000	0.1500	0.320	OK	1.78	0.60	0.4
24 - 25	Jr. Leticia	0.2165	0.0130	0.015	0.2420	0.484	0.250	0.0807	0.1250	1.0000	0.1250	0.237	OK	1.90	0.50	0.3
25 - 32	Jr. Tarapoto	0.8047	0.0195	0.015	0.3665	0.733	0.400	0.1222	0.3200	1.6000	0.2000	1.019	OK	3.19	0.80	0.5
18 - 25	Jr. Tarapoto	0.2066	0.0234	0.015	0.2125	0.425	0.250	0.0708	0.1250	1.0000	0.1250	0.319	OK	2.55	0.50	0.3
25 - 26	Jr. Leticia	0.1887	0.0052	0.015	0.2730	0.546	0.450	0.0910	0.4050	1.8000	0.2250	0.719	OK	1.77	0.90	0.5
25 - 26	Jr. Leticia	0.2191	0.0052	0.015	0.2885	0.577	0.400	0.0962	0.3200	1.6000	0.2000	0.525	OK	1.64	0.80	0.5

TRAM.	CALLE	CAUDAL DE DISEÑO (Q1)	PENDIE NTE S (%)	COEF. RUGOS n	TIRAN TE (Y)	Base (b)	TIRA NTE (Y)	Borde Libre (m)	AREA  HIDR AU.	PERIME  MOJADO	RADIO  HIDRA UL	CAUDAL DE SECCION (Q2)	VERIFI CACIO N Q1 - Q2	VERIFICACION POR VELOCIDAD V = Q/A	SECCION  B H	
25 - 32	Jr. Tarapoto	0.8115	0.0170	0.015	0.3770	0.754	0.400	0.1257	0.3200	1.6000	0.2000	0.952	OK	2.97	0.80	0.5
20 - 26	Jr. Aviator	0.1153	0.0064	0.015	0.2180	0.436	0.250	0.0727	0.1250	1.0000	0.1250	0.166	OK	1.33	0.50	0.3
20 - 26	Jr. Aviator	0.1016	0.0064	0.015	0.2080	0.416	0.250	0.0693	0.1250	1.0000	0.1250	0.166	OK	1.33	0.50	0.3
26 - 27	Jr. Leticia	0.1127	0.0135	0.015	0.1880	0.376	0.200	0.0627	0.0800	0.8000	0.1000	0.133	OK	1.67	0.40	0.3
26 - 33	Jr. Aviator	0.1959	0.0191	0.015	0.2165	0.433	0.250	0.0722	0.1250	1.0000	0.1250	0.288	OK	2.30	0.50	0.3
26 - 33	Jr. Aviator	0.2006	0.0200	0.015	0.2165	0.433	0.250	0.0722	0.1250	1.0000	0.1250	0.295	OK	2.36	0.50	0.3
26 - 27	Jr. Leticia	0.1659	0.0124	0.015	0.2210	0.442	0.250	0.0737	0.1250	1.0000	0.1250	0.232	OK	1.85	0.50	0.3
27 - 34	Jr. Zaragoza	0.3677	0.0142	0.015	0.2900	0.580	0.300	0.0967	0.1800	1.2000	0.1500	0.404	OK	2.24	0.60	0.4
27 - 27'	Jr. Leticia	0.0284	0.0100	0.015	0.1185	0.237	0.200	0.0395	0.0800	0.8000	0.1000	0.115	OK	1.43	0.40	0.2
27 - 34	Jr. Zaragoza	0.1499	0.0174	0.015	0.1990	0.398	0.200	0.0663	0.0800	0.8000	0.1000	0.152	OK	1.90	0.40	0.3
30 - 31	Jr. Huallaga	0.6035	0.0173	0.015	0.3365	0.673	0.350	0.1122	0.2450	1.4000	0.1750	0.672	OK	2.74	0.70	0.5
31 - 32	Jr. Huallaga	2.0516	0.0059	0.015	0.6510	1.302	0.700	0.2170	0.9800	2.8000	0.3500	2.496	OK	2.55	1.40	0.9
32 - 33	Jr. Huallaga	3.9078	0.0018	0.015	1.0375	2.075	1.050	0.3458	2.2050	4.2000	0.5250	4.044	OK	1.83	2.10	1.4
33 - 34	Jr. Huallaga	4.4539	0.0099	0.015	0.7910	1.582	0.800	0.2637	1.2800	3.2000	0.4000	4.600	OK	3.59	1.60	1.1
34 - 34 "	EMISOR 02	5.0049	0.0114	0.015	0.8040	1.608	0.850	0.2680	1.4450	3.4000	0.4250	5.819	OK	4.03	1.70	1.1
35 - 36"	Jr. Dos de Mayo	0.3956	0.0537	0.015	0.2320	0.464	0.250	0.0773	0.1250	1.0000	0.1250	0.483	OK	3.86	0.50	0.3
35 - 36	Jr. Dos de Mayo	0.3956	0.0512	0.015	0.2345	0.469	0.250	0.0782	0.1250	1.0000	0.1250	0.471	OK	3.77	0.50	0.3
39 - 40	Jr. Federico del Aguila	0.0440	0.0809	0.015	0.0945	0.189	0.150	0.0315	0.0450	0.6000	0.0750	0.152	OK	3.37	0.30	0.2
38 - 39	Jr. Federico del Aguila	0.4010	0.1221	0.015	0.2000	0.400	0.200	0.0667	0.0800	0.8000	0.1000	0.402	OK	5.02	0.40	0.3
38 - 37	Jr. Federico del Aguila	0.4548	0.0986	0.015	0.2185	0.437	0.250	0.0728	0.1250	1.0000	0.1250	0.654	OK	5.23	0.50	0.3
37 - 36	Jr. Federico del Aguila	0.4791	0.0827	0.015	0.2300	0.460	0.250	0.0767	0.1250	1.0000	0.1250	0.599	OK	4.79	0.50	0.3
36 - 36"	Jr. Dos de Mayo	0.9084	0.0503	0.015	0.3210	0.642	0.350	0.1070	0.2450	1.4000	0.1750	1.146	OK	4.68	0.70	0.5
38 - 43	Jr. Aviator	0.2842	0.0425	0.015	0.2145	0.429	0.250	0.0715	0.1250	1.0000	0.1250	0.430	OK	3.44	0.50	0.3
38 - 43	Jr. Aviator	0.0993	0.0425	0.015	0.1445	0.289	0.250	0.0482	0.1250	1.0000	0.1250	0.430	OK	3.44	0.50	0.3
39 - 42	Jr. Zaragoza	0.2248	0.0383	0.015	0.2000	0.400	0.250	0.0667	0.1250	1.0000	0.1250	0.407	OK	3.26	0.50	0.3
43 - 42	Jr. Colon	0.5802	0.0833	0.015	0.2470	0.494	0.250	0.0823	0.1250	1.0000	0.1250	0.601	OK	4.81	0.50	0.3
43 - 42	Jr. Colon	0.3325	0.0833	0.015	0.2005	0.401	0.250	0.0668	0.1250	1.0000	0.1250	0.601	OK	4.81	0.50	0.3
43 - 44	Jr. Aviator	1.5450	0.1248	0.015	0.3305	0.661	0.350	0.1102	0.2450	1.4000	0.1750	1.805	OK	7.37	0.70	0.5

TRAM.	CALLE	CAUDAL DE DISEÑO (Q1)	PENDIE NTE S (%)	COEF. RUGOS. n	TIRAN TE (Y)	Base (b)	TIRA NTE (Y)	Borde Libre (m)	AREA  HIDR AU.	PERIME  MOJADO	RADIO  HIDRA UL	CAUD AL DE SECCI ON (Q2)	VERIF ICACI ON Q1 - Q2	VERIFICACION POR VELOCIDAD V = Q/A	SECCION  B H	
19 - 44	Jr. San Martin	1.5557	0.1411	0.015	0.3235	0.647	0.350	0.1078	0.2450	1.4000	0.1750	1.919	OK	7.83	0.70	0.5
42 - 45	Jr. Zaragoza	0.1886	0.2409	0.015	0.1325	0.265	0.200	0.0442	0.0800	0.8000	0.1000	0.564	OK	7.05	0.40	0.2
44 - 45	Jr. San Martin	0.2546	0.0064	0.015	0.2930	0.586	0.300	0.0977	0.1800	1.2000	0.1500	0.271	OK	1.51	0.60	0.4
44 - 45	Jr. San Martin	0.0472	0.0064	0.015	0.1560	0.312	0.200	0.0520	0.0800	0.8000	0.1000	0.092	OK	1.15	0.40	0.3
45 - 45´	Jr. Zaragoza	0.5927	0.1564	0.015	0.2210	0.442	0.250	0.0737	0.1250	1.0000	0.1250	0.824	OK	6.59	0.50	0.3
39 - 42	Jr. Zaragoza	0.1833	0.0448	0.015	0.1800	0.360	0.200	0.0600	0.0800	0.8000	0.1000	0.243	OK	3.04	0.40	0.3
42 - 45	Jr. Zaragoza	0.3691	0.2341	0.015	0.1715	0.343	0.200	0.0572	0.0800	0.8000	0.1000	0.556	OK	6.95	0.40	0.3
45-45´	Jr. Zaragoza	0.6337	0.1213	0.015	0.2380	0.476	0.250	0.0793	0.1250	1.0000	0.1250	0.725	OK	5.80	0.50	0.3
40 - 41	Calle Baños	0.1676	0.0672	0.015	0.1615	0.323	0.200	0.0538	0.0800	0.8000	0.1000	0.298	OK	3.72	0.40	0.3
42 - 41	Jr. Colon	0.0631	0.0907	0.015	0.1055	0.211	0.150	0.0352	0.0450	0.6000	0.0750	0.161	OK	3.57	0.30	0.2
42 - 41	Jr. Colon	0.0826	0.0907	0.015	0.1170	0.234	0.150	0.0390	0.0450	0.6000	0.0750	0.161	OK	3.57	0.30	0.2
41 - 46	Calle Baños	0.4999	0.2230	0.015	0.1940	0.388	0.200	0.0647	0.0800	0.8000	0.1000	0.543	OK	6.78	0.40	0.3
45 - 46	Jr. San Martin	0.1211	0.0630	0.015	0.1445	0.289	0.200	0.0482	0.0800	0.8000	0.1000	0.288	OK	3.60	0.40	0.2
45 - 46	Jr. San Martin	0.0891	0.0610	0.015	0.1295	0.259	0.150	0.0432	0.0450	0.6000	0.0750	0.132	OK	2.93	0.30	0.2
46 - 54	Calle Baños	0.9646	0.0683	0.015	0.3100	0.620	0.350	0.1033	0.2450	1.4000	0.1750	1.335	OK	5.45	0.70	0.5
55 - 54	Jr. Leticia	0.0856	0.0106	0.015	0.1775	0.355	0.250	0.0592	0.1250	1.0000	0.1250	0.214	OK	1.71	0.50	0.3
40 - 41	Calle Baños	0.0638	0.1004	0.015	0.1040	0.208	0.150	0.0347	0.0450	0.6000	0.0750	0.169	OK	3.76	0.30	0.2
41 - 41"	Jr. Colon	0.0277	0.0513	0.015	0.0865	0.173	0.150	0.0288	0.0450	0.6000	0.0750	0.121	OK	2.69	0.30	0.2
41 - 41"	Jr. Colon	0.0548	0.0513	0.015	0.1115	0.223	0.150	0.0372	0.0450	0.6000	0.0750	0.121	OK	2.69	0.30	0.2
41 - 46	Calle Baños	0.3459	0.2230	0.015	0.1690	0.338	0.200	0.0563	0.0800	0.8000	0.1000	0.543	OK	6.78	0.40	0.3
46 - 54	Calle Baños	0.5848	0.0733	0.015	0.2535	0.507	0.300	0.0845	0.1800	1.2000	0.1500	0.917	OK	5.10	0.60	0.4
54 - 53	Jr. Leticia	0.6712	0.0069	0.015	0.4160	0.832	0.450	0.1387	0.4050	1.8000	0.2250	0.828	OK	2.05	0.90	0.6
46 - 47	Jr. San Martin	0.0777	0.0633	0.015	0.1225	0.245	0.200	0.0408	0.0800	0.8000	0.1000	0.289	OK	3.61	0.40	0.2
46 - 47	Jr. San Martin	0.1029	0.0633	0.015	0.1360	0.272	0.150	0.0453	0.0450	0.6000	0.0750	0.134	OK	2.98	0.30	0.2
55 - 54	Jr. Leticia	0.0697	0.0106	0.015	0.1640	0.328	0.250	0.0547	0.1250	1.0000	0.1250	0.214	OK	1.71	0.50	0.3
54 - 53	Jr. Leticia	0.1451	0.0069	0.015	0.2345	0.469	0.350	0.0782	0.2450	1.4000	0.1750	0.424	OK	1.73	0.70	0.4
54 - 54´	Calle Baños	0.2931	0.0195	0.015	0.2510	0.502	0.300	0.0837	0.1800	1.2000	0.1500	0.473	OK	2.63	0.60	0.4
54 - 54´	Calle Baños	0.3016	0.0158	0.015	0.2640	0.528	0.300	0.0880	0.1800	1.2000	0.1500	0.426	OK	2.36	0.60	0.4
48´ - 48	Jr. San Martin	0.0291	0.0156	0.015	0.1100	0.220	0.200	0.0367	0.0800	0.8000	0.1000	0.143	OK	1.79	0.40	0.2

TRAM.	CALLE	CAUDAL DE DISEÑO (Q1)	PENDI ENTE S (%)	COEF. RUGOS. n	TIRAN TE (Y)	Base (b)	TIRA NTE (Y)	Borde Libre (m)	AREA HIDRA U.	PERIM E MOJAD O	RADIO HIDRAU L	CAUDAL DE SECCION (Q2)	VERIFI CACIO N Q1 - Q2	VERIFICACI ON POR VELOCIDAD V = Q/A	SECCION B H	
48 - 49	Jr. San Martin	0.0831	0.0092	0.015	0.1800	0.360	0.300	0.0600	0.1800	1.2000	0.1500	0.325	OK	1.80	0.60	0.4
48 - 51	Calle Ulises Reategui	0.2505	0.0109	0.015	0.2640	0.528	0.300	0.0880	0.1800	1.2000	0.1500	0.353	OK	1.96	0.60	0.4
48 - 51	Calle Ulises Reategui	0.1400	0.0082	0.015	0.2240	0.448	0.250	0.0747	0.1250	1.0000	0.1250	0.188	OK	1.51	0.50	0.3
51 - 50	Jr. Leticia	0.0678	0.0175	0.015	0.1480	0.296	0.200	0.0493	0.0800	0.8000	0.1000	0.152	OK	1.90	0.40	0.2
52 - 51	Jr. Leticia	0.4936	0.0129	0.015	0.3295	0.659	0.400	0.1098	0.3200	1.6000	0.2000	0.829	OK	2.59	0.80	0.5
51 - 50	Jr. Leticia	0.0971	0.0175	0.015	0.1690	0.338	0.200	0.0563	0.0800	0.8000	0.1000	0.152	OK	1.90	0.40	0.3
52 - 51	Jr. Leticia	0.1432	0.0129	0.015	0.2070	0.414	0.250	0.0690	0.1250	1.0000	0.1250	0.237	OK	1.89	0.50	0.3
51 - 51´	Calle Ulises Reategui	0.1670	0.0108	0.015	0.2270	0.454	0.250	0.0757	0.1250	1.0000	0.1250	0.217	OK	1.73	0.50	0.3
51 - 51´	Calle Ulises Reategui	0.1869	0.0091	0.015	0.2445	0.489	0.250	0.0815	0.1250	1.0000	0.1250	0.199	OK	1.59	0.50	0.3
56 - 59	Calle Ricardo Palma	0.3530	0.0166	0.015	0.2775	0.555	0.300	0.0925	0.1800	1.2000	0.1500	0.436	OK	2.42	0.60	0.4
59 - 63	Calle Ricardo Palma	0.5605	0.0166	0.015	0.3300	0.660	0.350	0.1100	0.2450	1.4000	0.1750	0.658	OK	2.68	0.70	0.5
59 - 63	Calle Ricardo Palma	0.3299	0.0174	0.015	0.2680	0.536	0.300	0.0893	0.1800	1.2000	0.1500	0.446	OK	2.48	0.60	0.4
57 - 58	Calle Jorge Chavez	0.2504	0.0303	0.015	0.2180	0.436	0.250	0.0727	0.1250	1.0000	0.1250	0.363	OK	2.90	0.50	0.3
59 - 58	S/N	0.2055	0.0102	0.015	0.2480	0.496	0.300	0.0827	0.1800	1.2000	0.1500	0.342	OK	1.90	0.60	0.4
59 - 58	S/N	0.1842	0.0086	0.015	0.2460	0.492	0.300	0.0820	0.1800	1.2000	0.1500	0.314	OK	1.74	0.60	0.4
58 - 64	Calle Jorge Chavez	0.8391	0.0096	0.015	0.4250	0.850	0.450	0.1417	0.4050	1.8000	0.2250	0.980	OK	2.42	0.90	0.6
63 - 64	Jr. Colon	1.0036	0.0120	0.015	0.4360	0.872	0.450	0.1453	0.4050	1.8000	0.2250	1.094	OK	2.70	0.90	0.6
62 - 63	Jr. Colon	2.1232	0.0075	0.015	0.6310	1.262	0.650	0.2103	0.8450	2.6000	0.3250	2.301	OK	2.72	1.30	0.9
60 - 62	Calle Sauce	0.1395	0.0104	0.015	0.2135	0.427	0.250	0.0712	0.1250	1.0000	0.1250	0.212	OK	1.70	0.50	0.3
60 - 62	Calle Sauce	0.0812	0.0010	0.015	0.2695	0.539	0.300	0.0898	0.1800	1.2000	0.1500	0.108	OK	0.60	0.60	0.4
61 - 62	Jr. Colon	2.4394	0.0149	0.015	0.5845	1.169	0.600	0.1948	0.7200	2.4000	0.3000	2.622	OK	3.64	1.20	0.8
63 - 64	Jr. Colon	0.2209	0.0120	0.015	0.2470	0.494	0.250	0.0823	0.1250	1.0000	0.1250	0.228	OK	1.83	0.50	0.3
62 - 63	Jr. Colon	0.4838	0.0075	0.015	0.3625	0.725	0.400	0.1208	0.3200	1.6000	0.2000	0.630	OK	1.97	0.80	0.5
61 - 62	Jr. Colon	0.6348	0.0149	0.015	0.3530	0.706	0.400	0.1177	0.3200	1.6000	0.2000	0.889	OK	2.78	0.80	0.5
70´ - 70	Calle Arnulfo Garcia	0.2039	0.0062	0.015	0.2715	0.543	0.300	0.0905	0.1800	1.2000	0.1500	0.267	OK	1.48	0.60	0.4
62 - 69	Calle Sauce	0.2051	0.0214	0.015	0.2155	0.431	0.250	0.0718	0.1250	1.0000	0.1250	0.305	OK	2.44	0.50	0.3
62 - 69	Calle Sauce	0.2002	0.0243	0.015	0.2090	0.418	0.250	0.0697	0.1250	1.0000	0.1250	0.325	OK	2.60	0.50	0.3
63 - 68	Calle Ricardo Palma	0.1653	0.0267	0.015	0.1910	0.382	0.250	0.0637	0.1250	1.0000	0.1250	0.340	OK	2.72	0.50	0.3
63 - 68	Calle Ricardo Palma	0.1968	0.0182	0.015	0.2190	0.438	0.250	0.0730	0.1250	1.0000	0.1250	0.281	OK	2.25	0.50	0.3

TRAM.	CALLE	CAUDAL DE DISEÑO (Q1)	PENDI ENTE S (%)	COEF. RUGOS. n	TIRAN TE (Y)	Base (b)	TIRA NTE (Y)	Borde Libre (m)	AREA HIDRA U.	PERIM E MOJAD O	RADIO HIDRAU L	CAUDAL DE SECCION (Q2)	VERIFI CACIO N Q1 - Q2	VERIFICACI ON POR VELOCIDAD V = Q/A	SECCION B H	
64 - 67	Calle Jorge Chavez	0.1354	0.0280	0.015	0.1755	0.351	0.200	0.0585	0.0800	0.8000	0.1000	0.192	OK	2.40	0.40	0.3
67 - 68	Jr. San Martin	0.3584	0.0099	0.015	0.3075	0.615	0.350	0.1025	0.2450	1.4000	0.1750	0.508	OK	2.07	0.70	0.5
68 - 69	Jr. San Martin	0.9628	0.0120	0.015	0.4295	0.859	0.450	0.1432	0.4050	1.8000	0.2250	1.093	OK	2.70	0.90	0.6
69 - 70	Jr. San Martin	1.5462	0.0055	0.015	0.5940	1.188	0.650	0.1980	0.8450	2.6000	0.3250	1.971	OK	2.33	1.30	0.8
	EMISOSOR 04	1.7501	0.0050	0.015	0.6330	1.266	0.650	0.2110	0.8450	2.6000	0.3250	1.883	OK	2.23	1.30	0.9
67 - 68	Jr. San Martin	0.1608	0.0091	0.015	0.2310	0.462	0.250	0.0770	0.1250	1.0000	0.1250	0.199	OK	1.59	0.50	0.3
68 - 69	Jr. San Martin	0.4408	0.0120	0.015	0.3205	0.641	0.350	0.1068	0.2450	1.4000	0.1750	0.559	OK	2.28	0.70	0.5
69 - 70	Jr. San Martin	0.6113	0.0053	0.015	0.4225	0.845	0.450	0.1408	0.4050	1.8000	0.2250	0.725	OK	1.79	0.90	0.6
	EMISOSOR 03	0.6113	0.0050	0.015	0.4265	0.853	0.450	0.1422	0.4050	1.8000	0.2250	0.706	OK	1.74	0.90	0.6
67 - 78	Calle Jorge Chavez	0.2427	0.0148	0.015	0.2465	0.493	0.250	0.0822	0.1250	1.0000	0.1250	0.253	OK	2.03	0.50	0.3
68 - 77	Calle Ricardo Palma	0.2209	0.0095	0.015	0.2585	0.517	0.300	0.0862	0.1800	1.2000	0.1500	0.330	OK	1.83	0.60	0.4
68 - 77	Calle Ricardo Palma	0.1693	0.0159	0.015	0.2120	0.424	0.300	0.0707	0.1800	1.2000	0.1500	0.427	OK	2.37	0.60	0.4
69 - 75	Calle Sauce	0.1612	0.0129	0.015	0.2165	0.433	0.300	0.0722	0.1800	1.2000	0.1500	0.385	OK	2.14	0.60	0.4
69 - 75	Calle Sauce	0.2358	0.0090	0.015	0.2675	0.535	0.300	0.0892	0.1800	1.2000	0.1500	0.321	OK	1.78	0.60	0.4
70 - 74	Calle Arnulfo Garcia	0.2441	0.0175	0.015	0.2390	0.478	0.250	0.0797	0.1250	1.0000	0.1250	0.276	OK	2.21	0.50	0.3
70 - 74	Calle Arnulfo Garcia	0.1453	0.0172	0.015	0.1975	0.395	0.250	0.0658	0.1250	1.0000	0.1250	0.273	OK	2.19	0.50	0.3
71 - 73	Calle Lamas	0.0150	0.0083	0.015	0.0965	0.193	0.300	0.0322	0.1800	1.2000	0.1500	0.309	OK	1.72	0.60	0.3
72 - 73	Calle Lamas	0.3174	0.0098	0.015	0.2940	0.588	0.300	0.0980	0.1800	1.2000	0.1500	0.336	OK	1.86	0.60	0.4
74 - 75	Jr. Leticia	0.4424	0.0098	0.015	0.3330	0.666	0.350	0.1110	0.2450	1.4000	0.1750	0.506	OK	2.07	0.70	0.5
73 - 74	Jr. Leticia	1.1170	0.0050	0.015	0.5355	1.071	0.550	0.1785	0.6050	2.2000	0.2750	1.202	OK	1.99	1.10	0.7
72 - 73	Jr. Leticia	1.6496	0.0132	0.015	0.5160	1.032	0.550	0.1720	0.6050	2.2000	0.2750	1.962	OK	3.24	1.10	0.7
72 - 50	Jr. Leticia	1.6912	0.0154	0.015	0.5065	1.013	0.550	0.1688	0.6050	2.2000	0.2750	2.113	OK	3.49	1.10	0.7
77 - 78	Jr. Leticia	0.4319	0.0044	0.015	0.3840	0.768	0.400	0.1280	0.3200	1.6000	0.2000	0.482	OK	1.51	0.80	0.5
75 - 77	Jr. Leticia	1.1101	0.0102	0.015	0.4670	0.934	0.500	0.1557	0.5000	2.0000	0.2500	1.333	OK	2.67	1.00	0.7
77 - 78	Jr. Leticia	0.2744	0.0038	0.015	0.3330	0.666	0.350	0.1110	0.2450	1.4000	0.1750	0.314	OK	1.28	0.70	0.5
77 - 82	Calle Ricardo Palma	0.3865	0.0126	0.015	0.3020	0.604	0.350	0.1007	0.2450	1.4000	0.1750	0.574	OK	2.34	0.70	0.5
82 - 81	Jr. Huallaga	0.2562	0.0050	0.015	0.3075	0.615	0.350	0.1025	0.2450	1.4000	0.1750	0.362	OK	1.48	0.70	0.5
77 - 82	Calle Ricardo Palma	0.1160	0.0115	0.015	0.1955	0.391	0.200	0.0652	0.0800	0.8000	0.1000	0.123	OK	1.54	0.40	0.3
76 - 77	Jr. Leticia	0.0434	0.0071	0.015	0.1480	0.296	0.200	0.0493	0.0800	0.8000	0.1000	0.097	OK	1.21	0.40	0.2



TRAM.	CALLE	CAUDAL DE DISEÑO (Q1)	PENDI ENTE S (%)	COEF. RUGOS. n	TIRAN TE (Y)	Base (b)	TIRA NTE (Y)	Borde Libre (m)	AREA HIDRA U.	PERIM E MOJAD O	RADIO HIDRAU L	CAUDAL DE SECCION (Q2)	VERIFI CACIO N Q1 - Q2	VERIFICACI ON POR VELOCIDAD V = Q/A	SECCION B H	
76 - 83	Pasaje la Paz	0.1530	0.0099	0.015	0.2230	0.446	0.250	0.0743	0.1250	1.0000	0.1250	0.208	OK	1.66	0.50	0.3
76 - 83	Pasaje la Paz	0.1328	0.0103	0.015	0.2105	0.421	0.250	0.0702	0.1250	1.0000	0.1250	0.211	OK	1.69	0.50	0.3
75 - 76	Jr. Leticia	0.1068	0.0143	0.015	0.1820	0.364	0.200	0.0607	0.0800	0.8000	0.1000	0.137	OK	1.72	0.40	0.3
83 - 82	Jr. Huallaga	0.7944	0.0084	0.015	0.4265	0.853	0.450	0.1422	0.4050	1.8000	0.2250	0.918	OK	2.27	0.90	0.6
84 - 83	Jr. Huallaga	1.1540	0.0116	0.015	0.4625	0.925	0.500	0.1542	0.5000	2.0000	0.2500	1.424	OK	2.85	1.00	0.7
75 - 84	Calle Sauce	1.5115	0.0097	0.015	0.5295	1.059	0.550	0.1765	0.6050	2.2000	0.2750	1.677	OK	2.77	1.10	0.7
82 - 81	Jr. Huallaga	0.1485	0.0050	0.015	0.2505	0.501	0.300	0.0835	0.1800	1.2000	0.1500	0.240	OK	1.33	0.60	0.4
83 - 82	Jr. Huallaga	0.1781	0.0055	0.015	0.2640	0.528	0.350	0.0880	0.2450	1.4000	0.1750	0.379	OK	1.55	0.70	0.4
84 - 83	Jr. Huallaga	0.2531	0.0116	0.015	0.2620	0.524	0.350	0.0873	0.2450	1.4000	0.1750	0.550	OK	2.24	0.70	0.4
83 - 93	Pasaje la Paz	0.1720	0.0115	0.015	0.2270	0.454	0.250	0.0757	0.1250	1.0000	0.1250	0.223	OK	1.79	0.50	0.3
93 - 92	Calle Laguna Azul	0.2451	0.0126	0.015	0.2550	0.510	0.300	0.0850	0.1800	1.2000	0.1500	0.380	OK	2.11	0.60	0.4
84 - 92	Calle Sauce	3.0944	0.0124	0.015	0.6605	1.321	0.700	0.2202	0.9800	2.8000	0.3500	3.619	OK	3.69	1.40	0.9
84 - 92	Calle Sauce	0.2037	0.0124	0.015	0.2385	0.477	0.250	0.0795	0.1250	1.0000	0.1250	0.232	OK	1.85	0.50	0.3
92 - 91	Calle Laguna Azul	3.7198	0.0055	0.015	0.8245	1.649	0.850	0.2748	1.4450	3.4000	0.4250	4.044	OK	2.80	1.70	1.1
75 - 84	Calle Sauce	0.1166	0.0161	0.015	0.1840	0.368	0.225	0.0613	0.1013	0.9000	0.1125	0.200	OK	1.97	0.45	0.3
85 - 84	Jr. Huallaga	0.3507	0.0055	0.015	0.3400	0.680	0.350	0.1133	0.2450	1.4000	0.1750	0.380	OK	1.55	0.70	0.5
74 - 85	Calle Arnulfo Garcia	0.0975	0.0114	0.015	0.1835	0.367	0.250	0.0612	0.1250	1.0000	0.1250	0.223	OK	1.78	0.50	0.3
85 - 84	Jr. Huallaga	0.1792	0.0055	0.015	0.2645	0.529	0.300	0.0882	0.1800	1.2000	0.1500	0.252	OK	1.40	0.60	0.4
85 - 91	Calle Arnulfo Garcia	0.9890	0.0124	0.015	0.4310	0.862	0.450	0.1437	0.4050	1.8000	0.2250	1.112	OK	2.74	0.90	0.6
93 - 91	Calle Laguna Azul	0.4307	0.0078	0.015	0.3440	0.688	0.350	0.1147	0.2450	1.4000	0.1750	0.453	OK	1.85	0.70	0.5
91 - 90	Calle Arnulfo Garcia	5.1394	0.0067	0.015	0.8975	1.795	0.900	0.2992	1.6200	3.6000	0.4500	5.190	OK	3.20	1.80	1.2
74 - 75	Jr. Leticia	0.2635	0.0098	0.015	0.2740	0.548	0.300	0.0913	0.1800	1.2000	0.1500	0.336	OK	1.86	0.60	0.4
73 - 74	Jr. Leticia	0.5378	0.0059	0.015	0.3940	0.788	0.400	0.1313	0.3200	1.6000	0.2000	0.562	OK	1.76	0.80	0.5
72 - 73	Jr. Leticia	0.8078	0.0132	0.015	0.3945	0.789	0.400	0.1315	0.3200	1.6000	0.2000	0.839	OK	2.62	0.80	0.5
72 - 50	Jr. Leticia	0.8457	0.0154	0.015	0.3905	0.781	0.400	0.1302	0.3200	1.6000	0.2000	0.904	OK	2.82	0.80	0.5
74 - 85	Calle Arnulfo Garcia	0.0936	0.0137	0.015	0.1745	0.349	0.250	0.0582	0.1250	1.0000	0.1250	0.244	OK	1.95	0.50	0.3
73 - 86	Calle Lamas	0.0871	0.0249	0.015	0.1520	0.304	0.200	0.0507	0.0800	0.8000	0.1000	0.181	OK	2.27	0.40	0.3
73 - 86	Calle Lamas	0.0887	0.0253	0.015	0.1525	0.305	0.200	0.0508	0.0800	0.8000	0.1000	0.183	OK	2.28	0.40	0.3
72 - 87	Calle Waldemar Panduro	0.0721	0.0157	0.015	0.1545	0.309	0.250	0.0515	0.1250	1.0000	0.1250	0.261	OK	2.09	0.50	0.3

TRAM.	CALLE	CAUDAL DE DISEÑO (Q1)	PENDI ENTE S (%)	COEF. RUGOS. n	TIRAN TE (Y)	Base (b)	TIRA NTE (Y)	Borde Libre (m)	AREA HIDRA U.	PERIM E MOJAD O	RADIO HIDRAU L	CAUDAL DE SECCION (Q2)	VERIFI CACIO N Q1 - Q2	VERIFICACI ON POR VELOCIDAD V = Q/A	SECCION B H	
86 - 85	Jr. Huallaga	0.3421	0.0126	0.015	0.2885	0.577	0.300	0.0962	0.1800	1.2000	0.1500	0.381	OK	2.11	0.60	0.4
87 - 86	Jr. Huallaga	0.7434	0.0058	0.015	0.4470	0.894	0.500	0.1490	0.5000	2.0000	0.2500	1.004	OK	2.01	1.00	0.6
86 - 85	Jr. Huallaga	0.1665	0.0126	0.015	0.2200	0.440	0.250	0.0733	0.1250	1.0000	0.1250	0.234	OK	1.87	0.50	0.3
87 - 86	Jr. Huallaga	0.3012	0.0058	0.015	0.3185	0.637	0.400	0.1062	0.3200	1.6000	0.2000	0.554	OK	1.73	0.80	0.5
87 - 88	Calle Waldemar Panduro	1.3446	0.0145	0.015	0.4700	0.940	0.500	0.1567	0.5000	2.0000	0.2500	1.591	OK	3.18	1.00	0.7
85 - 90	Calle Arnulfo Garcia	0.5365	0.0083	0.015	0.3695	0.739	0.400	0.1232	0.3200	1.6000	0.2000	0.665	OK	2.08	0.80	0.5
57- 64	Calle Jorge Chavez	0.5943	0.0116	0.015	0.3610	0.722	0.400	0.1203	0.3200	1.6000	0.2000	0.784	OK	2.45	0.80	0.5
64 - 67	Calle Jorge Chavez	0.7802	0.0447	0.015	0.3100	0.620	0.350	0.1033	0.2450	1.4000	0.1750	1.080	OK	4.41	0.70	0.5
67 - 78	Calle Jorge Chavez	0.9257	0.0147	0.015	0.4070	0.814	0.500	0.1357	0.5000	2.0000	0.2500	1.604	OK	3.21	1.00	0.6
78 - 79	Jr. Leticia	0.4481	0.0042	0.015	0.3920	0.784	0.400	0.1307	0.3200	1.6000	0.2000	0.474	OK	1.48	0.80	0.5
78 - 79	Jr. Leticia	0.2883	0.0042	0.015	0.3325	0.665	0.400	0.1108	0.3200	1.6000	0.2000	0.474	OK	1.48	0.80	0.5
78 - 81	Calle Jorge Chavez	1.8679	0.0069	0.015	0.6105	1.221	0.650	0.2035	0.8450	2.6000	0.3250	2.211	OK	2.62	1.30	0.9
81 - 80	Jr. Huallaga	0.1217	0.0070	0.015	0.2185	0.437	0.250	0.0728	0.1250	1.0000	0.1250	0.175	OK	1.40	0.50	0.3
81 - 80	Jr. Huallaga	0.0657	0.0039	0.015	0.1935	0.387	0.200	0.0645	0.0800	0.8000	0.1000	0.072	OK	0.90	0.40	0.3
81 - 95	Calle Jorge Chavez	2.1478	0.0069	0.015	0.6435	1.287	0.700	0.2145	0.9800	2.8000	0.3500	2.694	OK	2.75	1.40	0.9
78 - 81	Calle Jorge Chavez	0.1280	0.0061	0.015	0.2285	0.457	0.300	0.0762	0.1800	1.2000	0.1500	0.265	OK	1.47	0.60	0.4
81 - 95	Calle Jorge Chavez	0.3425	0.0103	0.015	0.3000	0.600	0.350	0.1000	0.2450	1.4000	0.1750	0.519	OK	2.12	0.70	0.5
64 - 65	Jr. Colon	1.3698	0.0051	0.015	0.5755	1.151	0.650	0.1918	0.8450	2.6000	0.3250	1.898	OK	2.25	1.30	0.8
64 - 65	Jr. Colon	0.6958	0.0051	0.015	0.4465	0.893	0.450	0.1488	0.4050	1.8000	0.2250	0.712	OK	1.76	0.90	0.6
65 - 66	Calle Aeropuerto	2.6458	0.0130	0.015	0.6180	1.236	0.700	0.2060	0.9800	2.8000	0.3500	3.699	OK	3.77	1.40	0.9
66 - 79	Calle Aeropuerto	3.1172	0.0191	0.015	0.6110	1.222	0.700	0.2037	0.9800	2.8000	0.3500	4.487	OK	4.58	1.40	0.9
79 - 80	Calle Aeropuerto	3.6702	0.0071	0.015	0.7830	1.566	0.850	0.2610	1.4450	3.4000	0.4250	4.580	OK	3.17	1.70	1.1
80 - 95	Calle Aeropuerto	3.9910	0.0084	0.015	0.7820	1.564	0.850	0.2607	1.4450	3.4000	0.4250	4.994	OK	3.46	1.70	1.1
95 - 96	Calle Aeropuerto	6.7811	0.0118	0.015	0.8950	1.790	1.000	0.2983	2.0000	4.0000	0.5000	9.133	OK	4.57	2.00	1.3
96 - 97	EMISOR 06	7.1971	0.0176	0.015	0.8495	1.699	0.950	0.2832	1.8050	3.8000	0.4750	9.715	OK	5.38	1.90	1.2
81 - 95	Calle Aeropuerto	2.1478	0.0105	0.015	0.5945	1.189	0.650	0.1982	0.8450	2.6000	0.3250	2.733	OK	3.23	1.30	0.8
	EMISOR 05	5.6760	0.0150	0.015	0.8010	1.602	0.850	0.0000	1.4450	3.4000	0.4250	6.669	OK	4.62	1.70	0.9
13-6	Calle Diez de Agosto	0.1938	0.0137	0.015	0.2295	0.459	0.250	0.0765	0.1250	1.0000	0.1250	0.244	OK	1.95	0.50	0.3
86 - 85	Jr. Huallaga	0.3421	0.0126	0.015	0.2885	0.577	0.300	0.0962	0.1800	1.2000	0.1500	0.381	OK	2.11	0.60	0.4

TRAM.	CALLE	CAUDAL DE DISEÑO  (Q1)	PENDIE NTE  S (%)	COEF. RUGOS .  n	TIRANT E (Y)	Base (b)	TIRA NTE (Y)	Borde Libre  (m)	AREA  HIDRA U.	PERIM E  MOJAD O	RADIO  HIDRAUL	CAUDAL DE SECCION  (Q2)	VERIFI CACIO N  Q1 - Q2	VERIFICA CION POR VELOCIDA D  V = Q/A	SECCION	
10"-10	Jr. Dos de Mayo	0.1340	0.0029	0.015	0.2685	0.537	0.300	0.0895	0.1800	1.2000	0.1500	0.181	OK	1.01	0.60	0.4
10"-10	Jr. Dos de Mayo	0.0661	0.0029	0.015	0.2060	0.412	0.250	0.0687	0.1250	1.0000	0.1250	0.111	OK	0.89	0.50	0.3
91-90	Call, Arnulfo Garcia	5.1394	0.0067	0.015	0.8975	1.795	0.900	0.2992	1.6200	3.6000	0.4500	5.190	OK	3.20	1.80	1.2

**Tabla 40***Diseño Hidraulico de Cunetas*

Tramo	Caudal de Diseño	Caudal de Sección	Dimensionamiento Hidráulico (m)		Diámetro Geométrico (m)	
			b	h	b	h
6-1	0.2510	0.429	0.41	0.33	0.5	0.3
6-1	0.1458	0.239	0.33	0.33	0.4	0.3
1-2	0.6230	0.715	0.67	0.18	0.7	0.5
1-2	0.6230	0.715	0.67	0.27	0.7	0.5
2-3	0.8545	0.892	0.79	0.32	0.8	0.5
1-2	0.1329	0.144	0.39	0.33	0.4	0.3
2-3	0.2867	0.414	0.52	0.46	0.6	0.4
3-3"	1.1893	1.569	0.81	0.32	0.9	0.6
5-6	0.4124	1.041	0.42	0.30	0.6	0.4
6-7	0.5820	1.002	0.49	0.32	0.6	0.4
5-6	0.1966	0.316	0.34	0.33	0.4	0.3
6-7	0.3980	0.616	0.43	0.32	0.5	0.3
5"-5	0.0472	0.097	0.23	0.46	0.3	0.2
5-12	0.1757	0.424	0.36	0.46	0.5	0.3
12"-12	0.0289	0.094	0.19	0.24	0.3	0.2
5-12	0.1759	0.234	0.36	0.40	0.4	0.3
12-13	0.5719	0.790	0.53	0.25	0.6	0.4
13-14	1.1523	1.553	0.63	0.32	0.7	0.5
12-13	0.0340	0.124	0.19	0.26	0.3	0.2
13-14	0.0681	0.161	0.22	0.26	0.3	0.2
2-7	0.2368	0.299	0.46	0.33	0.5	0.3
7-14	1.3917	2.049	0.78	0.25	0.9	0.6
14-21	2.8040	3.488	1.11	0.19	1.2	0.8
3-8	0.1826	0.216	0.47	0.19	0.5	0.3
7-8	0.4105	0.507	0.65	0.26	0.7	0.5
7-8	0.2112	0.336	0.50	0.25	0.6	0.4
8-15	0.1582	0.302	0.39	0.19	0.5	0.3
14-15	1.1272	1.213	0.97	0.45	1.0	0.7
14-15	0.2072	0.311	0.52	0.31	0.6	0.4
15-22	0.2187	0.229	0.49	0.18	0.5	0.3
21-22	0.4173	0.427	0.60	0.18	0.6	0.4
9 - 16	0.1893	0.267	0.53	0.19	0.6	0.4
15 - 16	0.4039	0.512	0.73	0.26	0.8	0.5
8 - 15	0.1592	0.193	0.37	0.38	0.4	0.3
21 - 22	0.3873	0.536	0.62	0.59	0.7	0.5
22 - 29	0.1516	0.290	0.39	0.24	0.5	0.3
15 - 16	0.1760	0.238	0.54	0.20	0.6	0.4
15 - 22	0.3984	0.406	0.60	0.30	0.6	0.4
22 - 23	0.1975	0.212	0.49	0.43	0.5	0.3

Tramo	Caudal de Diseño	Caudal de Sección	Dimensionamiento Hidráulico (m)		Diámetro Geométrico (m)	
			b	h	b	h
22 - 23	0.2126	0.344	0.50	0.38	0.6	0.4
22 - 29	1.1848	1.563	0.81	0.39	0.9	0.6
16 - 23	0.2222	0.244	0.48	0.24	0.5	0.3
23 - 30	0.4180	0.521	0.55	0.36	0.6	0.4
29 - 30	0.6411	0.711	1.06	0.39	1.1	0.7
28 - 29	2.4022	2.430	1.50	0.32	1.5	1.0
2 - 7	0.1993	0.303	0.43	0.25	0.5	0.3
7 - 14	1.0192	1.236	0.75	0.51	0.8	0.5
14 - 21	2.7648	3.551	1.09	0.26	1.2	0.8
21" - 21"	5.9861	7.284	2.51	0.32	2.7	1.8
28" - 21"	1.3105	2.809	0.75	0.33	1.0	0.6
21" - 28	7.5849	9.569	1.84	0.33	2.0	1.3
29 - 30	0.2029	0.304	0.69	0.39	0.8	0.5
28 - 29	0.5316	0.824	0.85	0.46	1.0	0.6
EMISOR 01	10.5187	13.529	1.91	0.39	2.1	1.4
29 - 29"	0.1619	0.357	0.45	0.32	0.6	0.4
29 - 29"	0.2619	0.335	0.55	0.38	0.6	0.4
30 - 30"	0.2968	0.341	0.57	0.38	0.6	0.4
30 - 30"	0.3201	0.341	0.59	0.59	0.6	0.4
30 - 31	0.1745	0.274	0.42	0.60	0.5	0.3
31 - 31"	0.3310	0.496	0.60	0.86	0.7	0.5
31 - 31"	0.2405	0.324	0.54	0.32	0.6	0.4
31 - 32	0.1747	0.261	0.52	0.39	0.6	0.4
32- 32´	0.0527	0.210	0.24	0.79	0.4	0.2
32- 32´	0.2216	0.290	0.45	0.33	0.5	0.3
32 - 33	0.1710	0.216	0.64	0.52	0.7	0.5
33 - 33"	0.0443	0.176	0.24	0.52	0.4	0.2
33 - 33"	0.0446	0.076	0.25	0.39	0.3	0.2
33 - 34	0.0982	0.114	0.38	0.32	0.4	0.3
34 - 34"	0.1564	0.204	0.36	0.32	0.4	0.3
34 - 34"	0.0736	0.094	0.27	0.31	0.3	0.2
3 - 3"	0.0414	0.180	0.23	0.32	0.4	0.2
3- 4	0.1553	0.216	0.35	0.26	0.4	0.3
4 - 4"	0.1961	0.358	0.40	0.45	0.5	0.3
3- 4	0.1890	0.213	0.38	0.59	0.4	0.3
4 - 4"	0.1997	0.358	0.40	0.85	0.5	0.3
3 - 8	0.2169	0.287	0.45	0.86	0.5	0.3
8 - 9	0.4036	0.469	0.66	0.33	0.7	0.5
4 - 9	0.1982	0.280	0.44	0.46	0.5	0.3
4 - 9	0.1759	0.280	0.42	0.59	0.5	0.3
9 - 10	1.1745	1.237	0.88	0.59	0.9	0.6

Tramo	Caudal de Diseño	Caudal de Sección	Dimensionamiento Hidráulico (m)		Diámetro Geométrico (m)	
			b	h	b	h
10 - 11	1.2433	1.341	0.97	0.33	1.0	0.7
8 - 9	0.2122	0.311	0.52	0.39	0.6	0.4
9 - 10	0.4030	0.420	0.59	0.37	0.6	0.4
10 - 11	0.5449	0.740	0.71	0.37	0.8	0.5
11" - 11	1.8020	2.235	0.83	0.39	0.9	0.6
9 - 16	0.2131	0.267	0.55	0.33	0.6	0.4
16 - 17	0.3875	0.401	0.64	0.32	0.7	0.4
10 - 17	0.2157	0.250	0.47	0.33	0.5	0.3
10 - 17	0.1998	0.250	0.46	0.40	0.5	0.3
17 - 18	0.9577	1.024	0.88	0.46	0.9	0.6
11 - 18	0.3971	0.449	0.57	0.73	0.6	0.4
11 - 18	0.1497	0.153	0.40	0.72	0.4	0.3
18 - 19	1.5831	1.932	0.84	0.72	0.9	0.6
16 - 17	0.3860	0.488	0.64	0.53	0.7	0.5
16 - 17	0.5640	0.748	0.72	0.66	0.8	0.5
18 - 19	0.6978	0.989	0.62	0.46	0.7	0.5
16 - 23	0.2126	0.244	0.48	0.45	0.5	0.3
23 - 30	0.4243	0.521	0.56	0.45	0.6	0.4
23 - 24	0.1920	0.218	0.48	0.27	0.5	0.3
17 - 24	0.2116	0.318	0.43	0.25	0.5	0.3
23 - 24	0.1974	0.218	0.48	0.32	0.5	0.3
24 - 31	0.8106	1.015	0.74	0.32	0.8	0.5
17 - 24	0.1978	0.317	0.42	0.26	0.5	0.3
24-31	0.4021	0.474	0.56	0.59	0.6	0.4
18 - 25	0.1967	0.316	0.42	0.65	0.5	0.3
24 - 25	0.2027	0.320	0.51	0.73	0.6	0.4
24 - 25	0.2165	0.237	0.48	0.38	0.5	0.3
25 - 32	0.8047	1.019	0.73	0.44	0.8	0.5
18 - 25	0.2066	0.319	0.43	0.44	0.5	0.3
25 - 26	0.1887	0.719	0.55	0.33	0.9	0.5
25 - 26	0.2191	0.525	0.58	0.39	0.8	0.5
25 - 32	0.8115	0.952	0.75	0.92	0.8	0.5
20 - 26	0.1153	0.166	0.44	0.33	0.5	0.3
20 - 26	0.1016	0.166	0.42	1.12	0.5	0.3
26 - 27	0.1127	0.133	0.38	0.29	0.4	0.3
26 - 33	0.1959	0.288	0.43	0.46	0.5	0.3
26 - 33	0.2006	0.295	0.43	0.31	0.5	0.3
26 - 27	0.1659	0.232	0.44	0.39	0.5	0.3
27 - 34	0.3677	0.404	0.58	0.59	0.6	0.4
27 - 27'	0.0284	0.115	0.24	0.46	0.4	0.2
27- 34	0.1499	0.152	0.40	1.20	0.4	0.3

Tramo	Caudal de Diseño	Caudal de Sección	Dimensionamiento Hidráulico (m)		Diámetro Geométrico (m)	
			b	h	b	h
30 - 31	0.6035	0.672	0.67	0.39	0.7	0.5
31 - 32	2.0516	2.496	1.30	0.53	1.4	0.9
32 - 33	3.9078	4.044	2.08	0.53	2.1	1.4
33 - 34	4.4539	4.600	1.58	0.53	1.6	1.1
34 - 34 "	5.0049	5.819	1.61	0.31	1.7	1.1
35 - 36"	0.3956	0.483	0.46	0.25	0.5	0.3
35 - 36	0.3956	0.471	0.47	0.25	0.5	0.3
39 - 40	0.0440	0.152	0.19	0.30	0.3	0.2
38 - 39	0.4010	0.402	0.40	0.40	0.4	0.3
38 - 37	0.4548	0.654	0.44	0.65	0.5	0.3
37 - 36	0.4791	0.599	0.46	0.32	0.5	0.3
36 - 36"	0.9084	1.146	0.64	0.51	0.7	0.5
38 - 43	0.2842	0.430	0.43	0.66	0.5	0.3
38 - 43	0.0993	0.430	0.29	0.52	0.5	0.3
39 - 42	0.2248	0.407	0.40	0.52	0.5	0.3
43 - 42	0.5802	0.601	0.49	0.45	0.5	0.3
43 - 42	0.3325	0.601	0.40	0.64	0.5	0.3
43 - 44	1.5450	1.805	0.66	0.53	0.7	0.5
19 - 44	1.5557	1.919	0.65	0.51	0.7	0.5
42 - 45	0.1886	0.564	0.27	0.85	0.4	0.2
44 - 45	0.2546	0.271	0.59	0.32	0.6	0.4
44 - 45	0.0472	0.092	0.31	0.26	0.4	0.3
45 - 45´	0.5927	0.824	0.44	0.91	0.5	0.3
39 - 42	0.1833	0.243	0.36	0.38	0.4	0.3
42 - 45	0.3691	0.556	0.34	0.45	0.4	0.3
45-45´	0.6337	0.725	0.48	0.84	0.5	0.3
40 - 41	0.1676	0.298	0.32	0.60	0.4	0.3
42 - 41	0.0631	0.161	0.21	0.91	0.3	0.2
42 - 41	0.0826	0.161	0.23	0.90	0.3	0.2
41 - 46	0.4999	0.543	0.39	1.11	0.4	0.3
45 - 46	0.1211	0.288	0.29	1.11	0.4	0.2
45 - 46	0.0891	0.132	0.26	1.30	0.3	0.2
46 - 54	0.9646	1.335	0.62	1.23	0.7	0.5
55 - 54	0.0856	0.214	0.36	0.85	0.5	0.3
40 - 41	0.0638	0.169	0.21	0.85	0.3	0.2
41 - 41"	0.0277	0.121	0.17	0.33	0.3	0.2
41 - 41"	0.0548	0.121	0.22	0.33	0.3	0.2
41 - 46	0.3459	0.543	0.34	0.39	0.4	0.3
46 - 54	0.5848	0.917	0.51	0.32	0.6	0.4
54 - 53	0.6712	0.828	0.83	1.20	0.9	0.6
46 - 47	0.0777	0.289	0.25	0.22	0.4	0.2

Tramo	Caudal de Diseño	Caudal de Sección	Dimensionamiento Hidráulico (m)		Diámetro Geométrico (m)	
			b	h	b	h
46 - 47	0.1029	0.134	0.27	0.15	0.3	0.2
55 - 54	0.0697	0.214	0.33	0.28	0.5	0.3
54 - 53	0.1451	0.424	0.47	0.42	0.7	0.4
54 - 54'	0.2931	0.473	0.50	0.29	0.6	0.4
54 - 54'	0.3016	0.426	0.53	0.31	0.6	0.4
48' - 48	0.0291	0.143	0.22	0.21	0.4	0.2
48 - 49	0.0831	0.325	0.36	0.34	0.6	0.4
48 - 51	0.2505	0.353	0.53	0.40	0.6	0.4
48 - 51	0.1400	0.188	0.45	0.26	0.5	0.3
51 - 50	0.0678	0.152	0.30	0.22	0.4	0.2
52 - 51	0.4936	0.829	0.66	0.47	0.8	0.5
51 - 50	0.0971	0.152	0.34	0.24	0.4	0.3
52 - 51	0.1432	0.237	0.41	0.26	0.5	0.3
51 - 51'	0.1670	0.217	0.45	0.28	0.5	0.3
51 - 51'	0.1869	0.199	0.49	0.32	0.5	0.3
56 - 59	0.3530	0.436	0.56	0.38	0.6	0.4
59 - 63	0.5605	0.658	0.66	0.44	0.7	0.5
59 - 63	0.3299	0.446	0.54	0.38	0.6	0.4
57 - 58	0.2504	0.363	0.44	0.21	0.5	0.3
59 - 58	0.2055	0.342	0.50	0.37	0.6	0.4
59 - 58	0.1842	0.314	0.49	0.34	0.6	0.4
58 - 64	0.8391	0.980	0.85	0.54	0.9	0.6
63 - 64	1.0036	1.094	0.87	0.56	0.9	0.6
62 - 63	2.1232	2.301	1.26	0.83	1.3	0.9
60 - 62	0.1395	0.212	0.43	0.24	0.5	0.3
60 - 62	0.0812	0.108	0.54	0.36	0.6	0.4
61 - 62	2.4394	2.622	1.17	0.77	1.2	0.8
63 - 64	0.2209	0.228	0.49	0.31	0.5	0.3
62 - 63	0.4838	0.630	0.73	0.46	0.8	0.5
61 - 62	0.6348	0.889	0.71	0.46	0.8	0.5
70' - 70	0.2039	0.267	0.54	0.31	0.6	0.4
62 - 69	0.2051	0.305	0.43	0.28	0.5	0.3
62 - 69	0.2002	0.325	0.42	0.29	0.5	0.3
63 - 68	0.1653	0.340	0.38	0.27	0.5	0.3
63 - 68	0.1968	0.281	0.44	0.30	0.5	0.3
64 - 67	0.1354	0.192	0.35	0.27	0.4	0.3
67 - 68	0.3584	0.508	0.62	0.42	0.7	0.5
68 - 69	0.9628	1.093	0.86	0.58	0.9	0.6
69 - 70	1.5462	1.971	1.19	0.81	1.3	0.8
EMISOSOR 04	1.7501	1.883	1.27	0.85	1.3	0.9
67 - 68	0.1608	0.199	0.46	0.32	0.5	0.3



Tramo	Caudal de Diseño	Caudal de Sección	Dimensionamiento Hidráulico (m)		Diámetro Geométrico (m)	
			b	h	b	h
68 - 69	0.4408	0.559	0.64	0.42	0.7	0.5
69 - 70	0.6113	0.725	0.85	0.56	0.9	0.6
EMISOSOR 03	0.6113	0.706	0.85	0.57	0.9	0.6
67 -78	0.2427	0.253	0.49	0.31	0.5	0.3
68 - 77	0.2209	0.330	0.52	0.33	0.6	0.4
68 - 77	0.1693	0.427	0.42	0.31	0.6	0.4
69 - 75	0.1612	0.385	0.43	0.33	0.6	0.4
69 - 75	0.2358	0.321	0.54	0.34	0.6	0.4
70 - 74	0.2441	0.276	0.48	0.30	0.5	0.3
70 - 74	0.1453	0.273	0.40	0.30	0.5	0.3
71 - 73	0.0150	0.309	0.19	0.35	0.6	0.3
72 - 73	0.3174	0.336	0.59	0.38	0.6	0.4
74 - 75	0.4424	0.506	0.67	0.44	0.7	0.5
73 - 74	1.1170	1.202	1.07	0.71	1.1	0.7
72 - 73	1.6496	1.962	1.03	0.71	1.1	0.7
72 - 50	1.6912	2.113	1.01	0.70	1.1	0.7
77 - 78	0.4319	0.482	0.77	0.51	0.8	0.5
75 - 77	1.1101	1.333	0.93	0.61	1.0	0.7
77 - 78	0.2744	0.314	0.67	0.40	0.7	0.5
77 - 82	0.3865	0.574	0.60	0.40	0.7	0.5
82 - 81	0.2562	0.362	0.62	0.36	0.7	0.5
77 - 82	0.1160	0.123	0.39	0.24	0.4	0.3
76 - 77	0.0434	0.097	0.30	0.24	0.4	0.2
76 - 83	0.1530	0.208	0.45	0.30	0.5	0.3
76 - 83	0.1328	0.211	0.42	0.27	0.5	0.3
75 - 76	0.1068	0.137	0.36	0.25	0.4	0.3
83 - 82	0.7944	0.918	0.85	0.55	0.9	0.6
84 - 83	1.1540	1.424	0.93	0.60	1.0	0.7
75 - 84	1.5115	1.677	1.06	0.71	1.1	0.7
82 - 81	0.1485	0.240	0.50	0.37	0.6	0.4
83 - 82	0.1781	0.379	0.53	0.41	0.7	0.4
84 - 83	0.2531	0.550	0.52	0.40	0.7	0.4
83 - 93	0.1720	0.223	0.45	0.27	0.5	0.3
93 - 92	0.2451	0.380	0.51	0.34	0.6	0.4
84 - 92	3.0944	3.619	1.32	0.88	1.4	0.9
84 - 92	0.2037	0.232	0.48	0.32	0.5	0.3
92 - 91	3.7198	4.044	1.65	1.10	1.7	1.1
75 - 84	0.1166	0.200	0.37	0.29	0.5	0.3
85 - 84	0.3507	0.380	0.68	0.45	0.7	0.5
74 - 85	0.0975	0.223	0.37	0.29	0.5	0.3
85 - 84	0.1792	0.252	0.53	0.37	0.6	0.4

Tramo	Caudal de Diseño	Caudal de Sección	Dimensionamiento Hidráulico (m)		Diámetro Geométrico (m)	
			b	h	b	h
85 - 91	0.9890	1.112	0.86	0.60	0.9	0.6
93 - 91	0.4307	0.453	0.69	0.40	0.7	0.5
91 - 90	5.1394	5.190	1.80	1.20	1.8	1.2
74 - 75	0.2635	0.336	0.55	0.33	0.6	0.4
73 - 74	0.5378	0.562	0.79	0.47	0.8	0.5
72 - 73	0.8078	0.839	0.79	0.47	0.8	0.5
72 - 50	0.8457	0.904	0.78	0.47	0.8	0.5
74 - 85	0.0936	0.244	0.35	0.29	0.5	0.3
73 - 86	0.0871	0.181	0.30	0.26	0.4	0.3
73 - 86	0.0887	0.183	0.31	0.25	0.4	0.3
72 - 87	0.0721	0.261	0.31	0.27	0.5	0.3
86 - 85	0.3421	0.381	0.58	0.39	0.6	0.4
87 - 86	0.7434	1.004	0.89	0.62	1.0	0.6
86 - 85	0.1665	0.234	0.44	0.33	0.5	0.3
87 - 86	0.3012	0.554	0.64	0.48	0.8	0.5
87 - 88	1.3446	1.591	0.94	0.66	1.0	0.7
85 - 90	0.5365	0.665	0.74	0.51	0.8	0.5
57- 64	0.5943	0.784	0.72	0.51	0.8	0.5
64 - 67	0.7802	1.080	0.62	0.46	0.7	0.5
67 - 78	0.9257	1.604	0.81	0.63	1.0	0.6
78 - 79	0.4481	0.474	0.78	0.42	0.8	0.5
78 - 79	0.2883	0.474	0.67	0.48	0.8	0.5
78 - 81	1.8679	2.211	1.22	0.86	1.3	0.9
81 - 80	0.1217	0.175	0.44	0.27	0.5	0.3
81 - 80	0.0657	0.072	0.39	0.26	0.4	0.3
81 - 95	2.1478	2.694	1.29	0.90	1.4	0.9
78 - 81	0.1280	0.265	0.46	0.36	0.6	0.4
81 - 95	0.3425	0.519	0.60	0.41	0.7	0.5
64 - 65	1.3698	1.898	1.15	0.86	1.3	0.8
64 - 65	0.6958	0.712	0.89	0.54	0.9	0.6
65 - 66	2.6458	3.699	1.24	0.89	1.4	0.9
66 -79	3.1172	4.487	1.22	0.87	1.4	0.9
79 - 80	3.6702	4.580	1.57	1.11	1.7	1.1
80 - 95	3.9910	4.994	1.56	1.10	1.7	1.1
95 - 96	6.7811	9.133	1.79	1.28	2.0	1.3
96 - 97	7.1971	9.715	1.70	1.21	1.9	1.2
81 - 95	2.1478	2.733	1.19	0.83	1.3	0.8
EMISOR 05	5.6760	6.669	1.60	0.81	1.7	0.9
13-6	0.1938	0.244	0.46	0.31	0.5	0.3
13-6	0.1867	0.244	0.45	0.31	0.5	0.3
10"-10	0.1340	0.181	0.54	0.37	0.6	0.4
91-90	5.1394	5.190	1.80	1.20	1.8	1.2

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Área de estudio

El área de estudio está conformada por la zona urbana actual y ampliación delimitada en el plano PAE-01, y es de 102 km<sup>2</sup>,

#### 4.2. Topografía

Los planos topográficos fueron proporcionados por la Municipalidad Distrital de Sauce, planos de curvas de nivel cada 25 m. PT-01, plano de perfiles longitudinales de calles en los planos PPL, además los planos de lotización proporcionado por COFOPRI, PML.

En las cotas de terreno se tomaron en consideración a los planos de perfiles longitudinales en cada uno de los tramos, con los valores obtenidos y las distancias de cada uno calculamos las pendientes en cada tramo.

**Tabla 41**

*Pendiente de colectores por tramo.*

Colector	Tramo	Calle	Longitud (m.)	Cota Terreno (msnm)		Desnivel H (m.)	Pendiente S (%)
		Jr.		Inicial	Final		
1	6-1	CALL. DIEZ DE AGOSTO	114.71	637.033	632.175	4.858	4.235
2	6-1	CALL. DIEZ DE AGOSTO	112.73	637.033	632.175	4.858	4.309
15	1-2	JR. FEDERICO DEL AGUILA	95.26	631.671	630.172	1.499	1.574
16	1-2	JR. FEDERICO DEL AGUILA	107.41	632.221	630.121	2.100	1.955
17	2-3	JR. FEDERICO DEL AGUILA	105.43	630.115	628.738	1.377	1.306
18	2-3	JR. FEDERICO DEL AGUILA	105.43	630.115	628.738	1.377	1.306
21	3-4	JR. FEDERICO DEL AGUILA	101.42	628.778	625.197	3.581	3.531
22	3-4	JR. FEDERICO DEL AGUILA	104.42	628.778	625.197	3.581	3.429
111	39 - 40	JR. FEDERICO DEL AGUILA	47.15	658.232	654.419	3.813	8.087
110	38 - 39	JR. FEDERICO DEL AGUILA	172.88	658.232	637.123	21.109	12.210
109	38 - 37	JR. FEDERICO DEL AGUILA	69.63	637.123	630.256	6.867	9.862
108	37 - 36	JR. FEDERICO DEL AGUILA	65.32	630.256	624.854	5.402	8.270
3	5-6	Jr. COLON	103.05	646.865	637.133	9.732	9.444
5	5"-5	Jr. COLON	41.52	646.853	645.483	1.370	3.300
6	5-6	Jr. COLON	103.05	645.483	637.692	7.791	7.560
7	6-7	Jr. COLON	102.25	636.815	627.870	8.945	8.748
4	6-7	Jr. COLON	102.25	636.815	627.870	8.945	8.748
29	7-8	Jr. COLON	103.50	627.807	626.788	1.019	0.985

Colector	Tramo	Calle	Longitud (m.)	Cota Terreno (msnm)		Desnivel H (m.)	Pendiente S (%)
		Jr.		Inicial	Final		
30	7-8	Jr. COLON	103.50	627.807	626.788	1.019	0.985
31	8-9	Jr. COLON	102.63	626.786	625.922	0.864	0.842
32	8-9	Jr. COLON	102.63	626.786	625.922	0.864	0.842
33	9-10	Jr. COLON	102.50	625.670	624.097	1.573	1.535
34	9-10	Jr. COLON	102.50	625.670	624.097	1.573	1.535
37	10-11	Jr. COLON	81.33	624.323	623.487	0.836	1.028
38	10-11	Jr. COLON	81.33	624.323	623.487	0.836	1.028
117	43-42	Jr. COLON	150.57	654.442	641.894	12.548	8.334
118	43-42	Jr. COLON	150.57	654.442	641.894	12.548	8.334
119	42-41	Jr. COLON	65.65	653.792	647.836	5.956	9.072
120	42-41	Jr. COLON	65.65	653.792	647.836	5.956	9.072
121	41-41"	Jr. COLON	46.73	650.235	647.836	2.399	5.134
122	41-41"	Jr. COLON	46.73	650.235	647.836	2.399	5.134
K	61-62	Jr. COLON	85.14	623.379	622.114	1.265	1.486
155	61-62	Jr. COLON	85.14	623.379	622.114	1.265	1.486
K	62-63	Jr. COLON	120.41	624.248	623.349	0.899	0.747
156	62-63	Jr. COLON	120.41	624.248	623.349	0.899	0.747
K	63-64	Jr. COLON	97.89	625.197	624.022	1.175	1.200
157	63-64	Jr. COLON	97.89	625.197	624.022	1.175	1.200
158	64-65	Jr. COLON	275.65	626.530	625.130	1.400	0.508
159	64-65	Jr. COLON	275.65	626.530	625.130	1.400	0.508
12	12"-12	Jr. SAN MARTIN	35.11	642.556	641.471	1.085	3.090
13	12-13	Jr. SAN MARTIN	102.53	641.471	635.892	5.579	5.441
15"	12-13	Jr. SAN MARTIN	102.53	641.471	635.892	5.579	5.441
15"	13-14	Jr. SAN MARTIN	101.82	633.183	623.910	9.273	9.107
14	13-14	Jr. SAN MARTIN	101.82	633.183	623.910	9.273	9.107
48	14-15	Jr. SAN MARTIN	104.72	623.811	624.691	0.880	0.840
49	14-15	Jr. SAN MARTIN	104.72	623.811	624.691	0.880	0.840
50	15-16	Jr. SAN MARTIN	102.88	624.576	624.069	0.507	0.493
51	15-16	Jr. SAN MARTIN	102.88	624.576	624.069	0.507	0.493
52	16-17	Jr. SAN MARTIN	102.65	623.579	622.642	0.937	0.913
E	16-17	Jr. SAN MARTIN	102.65	623.579	622.642	0.937	0.913
E	17-18	Jr. SAN MARTIN	93.73	622.642	621.656	0.986	1.052
53	17-18	Jr. SAN MARTIN	93.73	622.642	621.656	0.986	1.052
54	18-19	Jr. SAN MARTIN	54.33	621.636	619.603	2.033	3.742
E	18-19	Jr. SAN MARTIN	54.33	621.636	619.603	2.033	3.742
F	19-44	Jr. SAN MARTIN	28.45	624.559	620.545	4.014	14.109
125	44-45	Jr. SAN MARTIN	115.92	631.244	630.500	0.744	0.642
126	44-45	Jr. SAN MARTIN	115.92	631.244	630.500	0.744	0.642
127	45-46	Jr. SAN MARTIN	82.19	630.525	625.349	5.176	6.298
128	45-46	Jr. SAN MARTIN	84.84	630.525	625.349	5.176	6.101

Colector	Tramo	Calle	Longitud (m.)	Cota Terreno (msnm)		Desnivel H (m.)	Pendiente S (%)
		Jr.		Inicial	Final		
129	46-47	Jr. SAN MARTIN	81.76	630.525	625.349	5.176	6.331
130	46-47	Jr. SAN MARTIN	81.76	630.525	625.349	5.176	6.331
133	48'-48	Jr. SAN MARTIN	32.21	617.154	616.653	0.501	1.555
132	48-49	Jr. SAN MARTIN	139.79	618.537	617.254	1.283	0.918
L	67-68	Jr. SAN MARTIN	98.20	622.491	621.520	0.971	0.989
172	67-68	Jr. SAN MARTIN	92.61	622.367	621.520	0.847	0.915
171	68-69	Jr. SAN MARTIN	112.43	622.164	620.818	1.346	1.197
L	68-69	Jr. SAN MARTIN	112.43	622.164	620.818	1.346	1.197
L	69-70	Jr. SAN MARTIN	96.79	621.260	620.730	0.530	0.548
170	69-70	Jr. SAN MARTIN	96.79	621.240	620.730	0.510	0.527
63"	28" - 21"	Jr. LETICIA	178.11	628.956	620.923	8.033	4.510
63	21-22	Jr. LETICIA	105.93	622.522	620.938	1.584	1.495
64	21-22	Jr. LETICIA	154.26	622.522	620.823	1.699	1.101
65	22-23	Jr. LETICIA	102.05	622.634	621.579	1.055	1.034
66	22-23	Jr. LETICIA	102.05	622.634	621.579	1.055	1.034
67	23-24	Jr. LETICIA	104.88	621.363	620.214	1.149	1.096
68	23-24	Jr. LETICIA	104.88	621.363	620.214	1.149	1.096
69	24-25	Jr. LETICIA	104.32	620.222	619.292	0.930	0.891
70	24-25	Jr. LETICIA	104.32	620.222	619.292	0.930	0.891
71	25-26	Jr. LETICIA	102.59	619.850	619.319	0.531	0.518
72	25-26	Jr. LETICIA	102.59	619.850	619.319	0.531	0.518
75	26-27	Jr. LETICIA	103.14	619.370	617.980	1.390	1.348
76	26-27	Jr. LETICIA	103.14	619.255	617.980	1.275	1.236
77	27-27'	Jr. LETICIA	33.24	618.311	617.980	0.331	0.996
137	55-54	Jr. LETICIA	51.30	617.790	617.247	0.543	1.058
138	55-54	Jr. LETICIA	51.30	617.790	617.247	0.543	1.058
J	54-53	Jr. LETICIA	70.64	616.649	616.163	0.486	0.688
139	54-53	Jr. LETICIA	70.64	616.649	616.163	0.486	0.688
140"	52-51	Jr. LETICIA	27.80	616.200	615.841	0.359	1.291
140	52-51	Jr. LETICIA	27.80	616.200	615.841	0.359	1.291
136	51-50	Jr. LETICIA	52.77	616.912	615.986	0.926	1.755
141	51-50	Jr. LETICIA	52.77	616.912	615.986	0.926	1.755
N	72-50	Jr. LETICIA	30.55	616.818	616.349	0.469	1.535
183"	72-50	Jr. LETICIA	30.55	616.818	616.349	0.469	1.535
N	72-73	Jr. LETICIA	104.76	618.338	616.952	1.386	1.323
183	72-73	Jr. LETICIA	104.76	618.338	616.952	1.386	1.323
N	73-74	Jr. LETICIA	103.57	619.020	618.506	0.514	0.496
184	73-74	Jr. LETICIA	103.57	619.020	618.406	0.614	0.593
185	74-75	Jr. LETICIA	100.01	619.962	618.981	0.981	0.981
N	74-75	Jr. LETICIA	100.01	619.962	618.981	0.981	0.981
186	75-76	Jr. LETICIA	55.20	620.211	619.423	0.788	1.428

Colector	Tramo	Calle	Longitud (m.)	Cota Terreno (msnm)		Desnivel H (m.)	Pendiente S (%)
		Jr.		Inicial	Final		
187	76-77	Jr. LETICIA	34.90	620.472	620.223	0.249	0.713
M	75-77	Jr. LETICIA	103.28	620.472	619.423	1.049	1.016
M	77-78	Jr. LETICIA	94.94	620.892	620.477	0.415	0.437
188	77-78	Jr. LETICIA	100.36	620.891	620.511	0.380	0.379
189	78-79	Jr. LETICIA	130.04	621.442	620.894	0.548	0.421
190	78-79	Jr. LETICIA	130.04	621.442	620.894	0.548	0.421
C2	21" - 28	EMISOR	98.16	620.823	619.549	1.274	1.298
D	28-29	Jr. HUALLAGA	152.45	620.141	619.549	0.592	0.388
89	28-29	Jr. HUALLAGA	152.45	620.141	619.549	0.592	0.388
D	29-30	Jr. HUALLAGA	107.70	620.204	620.017	0.187	0.174
92	29-30	Jr. HUALLAGA	107.70	620.204	620.017	0.187	0.174
D	30-31	Jr. HUALLAGA	100.23	619.953	618.220	1.733	1.729
95	30-31	Jr. HUALLAGA	100.23	619.953	618.220	1.733	1.729
D	31-32	Jr. HUALLAGA	114.44	618.202	617.525	0.677	0.592
98	31-32	Jr. HUALLAGA	114.44	618.202	617.525	0.677	0.592
D	32-33	Jr. HUALLAGA	115.82	617.499	617.292	0.207	0.179
101	32-33	Jr. HUALLAGA	115.82	617.499	617.292	0.207	0.179
D	33-34	Jr. HUALLAGA	79.91	617.315	616.527	0.788	0.986
103	33-34	Jr. HUALLAGA	79.91	617.315	616.527	0.788	0.986
D	34-34"	Jr. HUALLAGA	58.77	616.527	615.856	0.671	1.142
Q	87-86	Jr. HUALLAGA	100.30	616.297	615.719	0.578	0.576
203	87-86	Jr. HUALLAGA	100.30	616.297	615.719	0.578	0.576
Q	86-85	Jr. HUALLAGA	110.33	617.885	616.493	1.392	1.262
204	86-85	Jr. HUALLAGA	110.33	617.885	616.493	1.392	1.262
205	85-84	Jr. HUALLAGA	102.49	618.601	618.035	0.566	0.552
206	85-84	Jr. HUALLAGA	102.49	618.601	618.035	0.566	0.552
O	84-83	Jr. HUALLAGA	58.89	619.289	618.607	0.682	1.158
207	84-83	Jr. HUALLAGA	58.89	619.289	618.607	0.682	1.158
O	83-82	Jr. HUALLAGA	34.09	619.596	619.308	0.288	0.845
208	83-82	Jr. HUALLAGA	34.09	619.496	619.308	0.188	0.551
209	82-81	Jr. HUALLAGA	96.32	620.218	619.734	0.484	0.502
210	82-81	Jr. HUALLAGA	96.32	620.218	619.734	0.484	0.502
211	81-80	Jr. HUALLAGA	62.12	620.626	620.189	0.437	0.703
212	81-80	Jr. HUALLAGA	55.10	620.406	620.189	0.217	0.394
10	13-6	Call. 10 DE AGOSTO	97.65	636.814	635.480	1.334	1.366
11	13-6	Call. 10 DE AGOSTO	97.65	636.814	635.480	1.334	1.366
8	5-12	Call. S/N	96.69	645.483	641.471	4.012	4.149
9	5-12	Call. S/N	96.69	645.483	641.471	4.012	4.149
A	2-7	Call. VICTOR AREVALO	109.35	630.121	627.870	2.251	2.059
B	2-7	Call. VICTOR AREVALO	109.35	630.115	627.807	2.308	2.111
A	7-14	Call. VICTOR AREVALO	103.65	627.870	623.510	4.360	4.206

Colector	Tramo	Calle	Longitud (m.)	Cota Terreno (msnm)		Desnivel H (m.)	Pendiente S (%)
		Jr.		Inicial	Final		
B	7-14	Call. VICTOR AREVALO	103.65	626.788	623.811	2.977	2.872
A	14-21	Call. VICTOR AREVALO	105.45	623.510	620.938	2.572	2.439
B	14-21	Call. VICTOR AREVALO	105.45	623.811	620.938	2.873	2.725
19	3-3"	Jr. SARGENTO LORES	50.19	628.738	627.500	1.238	2.467
20	3-3"	Jr. SARGENTO LORES	50.19	628.738	627.500	1.238	2.467
28	3-8	Jr. SARGENTO LORES	104.76	628.738	627.807	0.931	0.889
27	3-8	Jr. SARGENTO LORES	104.76	628.778	626.786	1.992	1.901
47	8-15	Jr. SARGENTO LORES	99.98	626.788	624.691	2.097	2.097
46	8-15	Jr. SARGENTO LORES	99.98	626.786	624.069	2.717	2.718
62	15-22	Jr. SARGENTO LORES	106.70	623.811	622.522	1.289	1.208
61	15-22	Jr. SARGENTO LORES	106.70	624.069	622.634	1.435	1.345
88	22-29	Jr. SARGENTO LORES	101.38	622.522	620.141	2.381	2.349
89	22-29	Jr. SARGENTO LORES	101.38	621.579	620.017	1.562	1.541
90	29-29"	Jr. SARGENTO LORES	94.82	620.141	619.090	1.051	1.108
91	29-29"	Jr. SARGENTO LORES	94.82	620.017	619.090	0.927	0.978
23	4-4"	Jr. RAMIREZ HURTADO	35.96	625.197	624.135	1.062	2.953
24	4-4"	Jr. RAMIREZ HURTADO	35.96	625.197	624.135	1.062	2.953
25	4-9	Jr. RAMIREZ HURTADO	87.84	626.777	625.192	1.585	1.804
26	4-9	Jr. RAMIREZ HURTADO	87.84	626.777	625.192	1.585	1.804
45	9-16	Jr. RAMIREZ HURTADO	98.98	625.192	624.576	0.616	0.622
44	9-16	Jr. RAMIREZ HURTADO	98.98	625.192	624.576	0.616	0.622
59	16-23	Jr. RAMIREZ HURTADO	104.69	624.069	622.634	1.435	1.371
60	16-23	Jr. RAMIREZ HURTADO	104.69	624.069	622.634	1.435	1.371
86	23-30	Jr. RAMIREZ HURTADO	102.76	622.634	620.204	2.430	2.365
87	23-30	Jr. RAMIREZ HURTADO	102.76	622.634	620.204	2.430	2.365
93	30-30"	Jr. RAMIREZ HURTADO	131.68	620.204	618.868	1.336	1.015
94	30-30"	Jr. RAMIREZ HURTADO	131.68	620.204	618.868	1.336	1.015
106"	35-36	Jr. DOS DE MAYO	83.82	629.142	624.854	4.288	5.116
107	36-36"	Jr. DOS DE MAYO	37.42	624.854	622.973	1.881	5.027
106	35-36"	Jr. DOS DE MAYO	114.88	629.142	622.973	6.169	5.370
35	10"-10	Jr. DOS DE MAYO	78.86	624.322	624.097	0.225	0.285
36	10"-10	Jr. DOS DE MAYO	78.86	624.322	624.097	0.225	0.285
43	10-17	Jr. DOS DE MAYO	101.44	624.097	622.642	1.455	1.434
42	10-17	Jr. DOS DE MAYO	101.44	624.097	622.642	1.455	1.434
58	17-24	Jr. DOS DE MAYO	104.40	622.642	620.214	2.428	2.326
57	17-24	Jr. DOS DE MAYO	104.40	622.642	620.222	2.420	2.318
85	24-31	Jr. DOS DE MAYO	103.03	620.214	618.220	1.994	1.935
84	24-31	Jr. DOS DE MAYO	103.03	620.222	618.202	2.020	1.961
96	31-31"	Jr. DOS DE MAYO	71.54	618.220	617.546	0.674	0.942
97	31-31"	Jr. DOS DE MAYO	71.54	618.202	617.546	0.656	0.917
39	11"-11	Jr. TARAPOTO	23.20	623.487	622.325	1.162	5.009

Colector	Tramo	Calle	Longitud (m.)	Cota Terreno (msnm)		Desnivel H (m.)	Pendiente S (%)
		Jr.		Inicial	Final		
41	11-18	Jr. TARAPOTO	104.19	623.487	621.656	1.831	1.757
40	11-18	Jr. TARAPOTO	104.19	623.487	621.636	1.851	1.777
55	18-25	Jr. TARAPOTO	100.88	621.656	619.292	2.364	2.343
56	18-25	Jr. TARAPOTO	100.88	621.636	619.319	2.317	2.297
82	25-32	Jr. TARAPOTO	103.84	619.292	617.525	1.767	1.702
83	25-32	Jr. TARAPOTO	103.84	619.319	617.292	2.027	1.952
99	32-32´	Jr. TARAPOTO	50.00	618.202	616.533	1.669	3.338
100	32-32´	Jr. TARAPOTO	50.00	617.499	616.533	0.966	1.932
115	38-43	Jr. AVIADOR	109.23	637.123	641.894	4.771	4.368
116	38-43	Jr. AVIADOR	94.16	637.123	641.125	4.002	4.250
F	43-44	Jr. AVIADOR	106.85	638.894	625.559	13.335	12.480
73	20-26	Jr. AVIADOR	61.87	619.370	618.977	0.393	0.635
74	20-26	Jr. AVIADOR	61.87	619.370	618.977	0.393	0.635
80	26-33	Jr. AVIADOR	102.66	619.370	617.315	2.055	2.002
81	26-33	Jr. AVIADOR	102.66	619.255	617.292	1.963	1.912
101"	33-33´	Jr. AVIADOR	45.06	617.449	616.391	1.058	2.348
102	33-33´	Jr. AVIADOR	45.06	617.315	616.391	0.924	2.051
113	39-42	Jr. ZARAGOZA	99.07	658.232	653.792	4.440	4.482
114	39-42	Jr. ZARAGOZA	99.07	658.232	654.442	3.790	3.826
123	42-45	Jr. ZARAGOZA	99.37	653.792	630.525	23.267	23.415
124	42-45	Jr. ZARAGOZA	99.37	654.442	630.500	23.942	24.094
G	45-45´	Jr. ZARAGOZA	72.69	630.500	619.133	11.367	15.638
136	45-45´	Jr. ZARAGOZA	94.02	630.525	619.124	11.401	12.126
78	27-34	Jr. ZARAGOZA	102.28	618.311	616.527	1.784	1.744
79	27-34	Jr. ZARAGOZA	102.28	617.980	616.527	1.453	1.421
104	34-34´	Jr. ZARAGOZA	51.48	616.527	614.912	1.615	3.137
105	34-34´	Jr. ZARAGOZA	51.48	616.527	614.912	1.615	3.137
112	40-41	Call. BAÑOS	103.12	654.419	647.486	6.933	6.723
112´	40-41	Call. BAÑOS	62.80	653.791	647.486	6.305	10.040
H	41-46	Call. BAÑOS	99.26	647.486	625.349	22.137	22.302
I	41-46	Call. BAÑOS	99.26	647.486	625.349	22.137	22.302
H	46-54	Call. BAÑOS	118.63	625.349	617.247	8.102	6.830
I	46-54	Call. BAÑOS	118.63	625.349	616.649	8.700	7.334
144	54-54´	Call. BAÑOS	161.88	617.247	614.094	3.153	1.948
145	54-54´	Call. BAÑOS	161.88	616.649	614.094	2.555	1.578
134	48-51	Call. ULISES REATEGUI	116.64	617.254	615.986	1.268	1.087
135	48-51	Call. ULISES REATEGUI	116.64	617.154	616.200	0.954	0.818
142	51-51´	Call. ULISES REATEGUI	127.23	615.986	614.823	1.163	0.914
143	51-51´	Call. ULISES REATEGUI	127.23	616.200	614.823	1.377	1.082
202	72-87	Call. WALDEMAR PANDURO	78.66	616.952	615.719	1.233	1.568
Q	87-88	Call. WALDEMAR PANDURO	96.68	615.719	614.321	1.398	1.446



COLECTOR	TRAMO	Calle	Longitud (m.)	Cota Terreno (msnm)		Desnivel H (m.)	Pendiente S (%)
		Jr.		Inicial	Final		
181	71-73	Call. LAMAS	113.99	619.456	618.506	0.950	0.833
182	71-73	Call. LAMAS	113.99	619.456	618.338	1.118	0.981
201	73-86	Call. LAMAS	80.70	618.338	616.297	2.041	2.529
200	73-86	Call. LAMAS	80.70	618.506	616.493	2.013	2.494
167	70'-70	Call. ARNULFO GARCIA	68.99	620.502	620.930	0.428	0.620
179	70-74	Call. ARNULFO GARCIA	111.08	620.930	618.981	1.949	1.755
180	70-74	Call. ARNULFO GARCIA	111.08	620.930	619.020	1.910	1.719
198	74-85	Call. ARNULFO GARCIA	82.88	618.981	618.035	0.946	1.141
199	74-85	Call. ARNULFO GARCIA	82.88	619.020	617.885	1.135	1.369
220	85-91	Call. ARNULFO GARCIA	102.20	618.035	616.769	1.266	1.239
221	85-90	Call. ARNULFO GARCIA	206.62	617.885	616.170	1.715	0.830
223	93-92	Call. LAGUNA AZUL	62.91	618.125	617.335	0.790	1.256
P	92 - 91	Call. LAGUNA AZUL	102.65	617.335	616.769	0.566	0.551
222	93 - 91	Call. LAGUNA AZUL	174.45	618.125	616.756	1.369	0.785
153	60-62	Call. LOS SAUCES	57.51	622.751	623.349	0.598	1.040
154	60-62	Call. LOS SAUCES	47.91	623.300	623.349	0.049	0.102
165	62-69	Call. LOS SAUCES	104.27	623.349	620.818	2.531	2.427
166	62-69	Call. LOS SAUCES	104.27	623.349	621.120	2.229	2.138
177	69-75	Call. LOS SAUCES	107.77	620.818	619.423	1.395	1.294
178	69-75	Call. LOS SAUCES	107.77	620.930	619.962	0.968	0.898
197	75-84	Call. LOS SAUCES	84.43	619.962	618.601	1.361	1.612
M	75-84	Call. LOS SAUCES	84.43	619.423	618.607	0.816	0.966
219	84-92	Call. LOS SAUCES	102.27	618.601	617.335	1.266	1.238
P	84-92	Call. LOS SAUCES	102.27	618.607	617.335	1.272	1.244
195	76-83	PASAJE LA PAZ	92.00	620.223	619.308	0.915	0.995
196	76-83	PASAJE LA PAZ	89.81	620.211	619.289	0.922	1.027
218	83-93	PASAJE LA PAZ	101.16	619.289	618.125	1.164	1.151
147'	56-59	Call. RICARDO PALMA	179.54	629.482	626.509	2.973	1.656
151	59-63	Call. RICARDO PALMA	99.62	625.898	624.248	1.650	1.656
152	59-63	Call. RICARDO PALMA	128.80	626.483	624.248	2.235	1.735
163	63-68	Call. RICARDO PALMA	102.18	624.248	621.520	2.728	2.670
164	63-68	Call. RICARDO PALMA	102.18	624.022	622.164	1.858	1.818
175	68-77	Call. RICARDO PALMA	106.51	621.520	620.511	1.009	0.947
176	68-77	Call. RICARDO PALMA	106.51	622.164	620.472	1.692	1.589
193	77-82	Call. RICARDO PALMA	93.25	620.910	619.734	1.176	1.261
194	77-82	Call. RICARDO PALMA	93.25	620.472	619.396	1.076	1.154
147	59-58	Call. S/N	103.12	626.509	625.456	1.053	1.021
148	59-58	Call. S/N	103.12	625.998	625.112	0.886	0.859
146	57-58	Call. JORGE CHAVEZ	112.44	628.862	625.456	3.406	3.029
150	58-64	Call. JORGE CHAVEZ	95.12	626.112	625.197	0.915	0.962
149	57-64	Call. JORGE CHAVEZ	201.85	628.862	626.530	2.332	1.155

Colector	Tramo	Calle	Longitud (m.)	Cota Terreno (msnm)		Desnivel H (m.)	Pendiente S (%)
		Jr.		Inicial	Final		
161	64-67	Call. JORGE CHAVEZ	86.50	626.530	622.663	3.867	4.471
162	64-67	Call. JORGE CHAVEZ	96.67	625.197	622.491	2.706	2.799
173	67-78	Call. JORGE CHAVEZ	114.30	622.574	620.894	1.680	1.470
174	67-78	Call. JORGE CHAVEZ	103.36	622.367	620.841	1.526	1.476
192	78-81	Call. JORGE CHAVEZ	101.51	620.841	620.218	0.623	0.614
R	78-81	Call. JORGE CHAVEZ	102.30	620.894	620.189	0.705	0.689
R	81-95	Call. JORGE CHAVEZ	98.26	620.406	619.371	1.035	1.053
214	81-95	Call. JORGE CHAVEZ	106.46	620.218	619.121	1.097	1.030
160	65-66	Call. AEROPUERTO	119.79	625.670	624.113	1.557	1.300
161	66-79	Call. AEROPUERTO	106.88	623.586	621.542	2.044	1.912
191	79-80	Call. AEROPUERTO	128.07	621.532	620.626	0.906	0.707
213	80-95	Call. AEROPUERTO	108.80	620.406	619.491	0.915	0.841
R	95-96	Call. AEROPUERTO	96.08	619.121	617.985	1.136	1.182
EMISOR	96-97	Call. AEROPUERTO	162.85	617.799	614.935	2.864	1.759
C1	21 - 21"	Jr. LETICIA	39.54	620.998	620.938	0.060	0.152
S	91 - 90	Call. ARNULFO GARCIA	87.49	616.756	616.170	0.586	0.670

### 4.3. Estudio Hidrológico

Para formular el estudio hidrológico se obtuvo información meteorológica de Senamhi de la estación C.O “Sauce”, los datos meteorológicos corresponden a precipitaciones máximas en veinticuatro horas de la serie de veinticinco años de periodo 1990 a 2014, además del número de días con precipitaciones iguales o mayores a 10 mm para el mismo periodo.

Las intensidades máximas calculadas para los diferentes tiempos de duración y periodo de retorno se aprecian en el Cuadro N° 13, y la precipitación que utilizaremos para los cálculos de caudales es de  $I_{max} = 272,80$  mm/hr., se ha considerado un periodo de retorno de veinticinco años como se indica en el cuadro y como precisa la norma, que tomar periodo de retorno mayor, las estructuras tendrían un mayor costo debido a las dimensiones de sus secciones.

Tiempo de duración (minutos)	Periodo de retorno					
	2	5	10	25	50	100
2.5	149.04	198.57	231.36	<b>272.80</b>	303.53	334.04

Del estudio hidrológico concluimos en la obtención de la familia de curvas Intensidad-Duración-Frecuencia, estas relaciones presentan la variación de la intensidad de lluvia de distintas duraciones, asociadas a diferentes probabilidades de ocurrencia y son útiles para estimar indirectamente el escurrimiento en el área de intervención del proyecto, en función

a la lluvia caída, cuya intensidad, para una misma frecuencia, disminuye a medida que aumenta la duración de la precipitación. Esta información proporcionada será útil para el diseño de otras estructuras en el área de estudio.

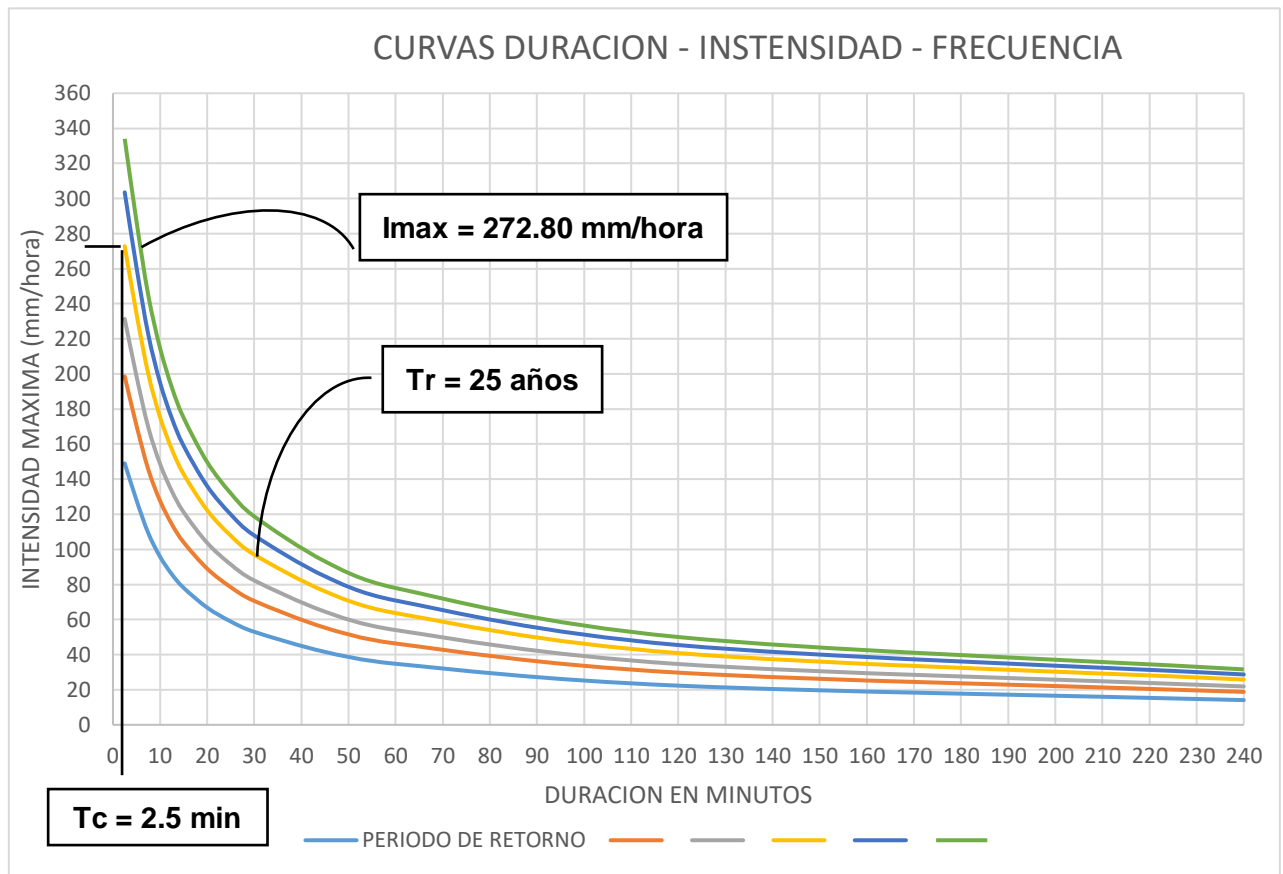


Figura 23. Curvas duracion - intensidad – frecuencia

**Tr = 25 años, Imax = 272.80 mm/hora, Tc = 2.5 minutos**

#### 4.4. Del Drenaje Pluvial

##### 4.4.1. Planteamiento Hidráulico de la red de drenaje

Con los planos topográficos a curvas de nivel y lotización, se desarrolló el plano de flujos de los colectores cuyo desarrollo presentamos en el plano PFC-01.

Se delimitaron las áreas tributarias de cada colector, como se observa en los planos PAT-01, cuyos valores obtenidos fue de dividir en secciones las manzanas de acuerdo a la topografía

del terreno incluida en dichas áreas parte de la sección de las calles, ya que toda precipitación que cae en dicha área será recolectada por el colector que se plantea, como se indica en los planos.

Se ha dividido el sistema en veinte áreas colectoras, el agua de estas son evacuadas hacia los colectores que denominamos con letras A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, O, P, Q, R.

Todos los tramos de los colectores del cuadro N° 20 suman un total de 26.86 km., distribuidos en toda la localidad, incluido el centro poblado 8 de julio.

#### **4.4.2. Dimensionamiento Hidráulico de Colectores**

Para los elementos de diseño se desarrolló un planteo preliminar donde se obtuvo la base (b) de la sección del canal del diseño, de una sección de máxima eficiencia hidráulica y en función de ello se obtuvo un tirante (y).

El Dimensionamiento hidraulico se presentan en el cuadro siguiente:

**Tabla 42***Caudales de diseño para colectores y emisores*

Tramo	Calle	Caudal de seccion
		Q (m/s)
6-1	Calle Diez de Agosto	0.429
6-1	Calle Diez de Agosto	0.239
1-2	Jr. Federico del Águila	0.715
1-2	Jr. Federico del Águila	0.715
2-3	Jr. Federico del Águila	0.892
1-2	Jr. Federico del Águila	0.144
2-3	Jr. Federico del Águila	0.414
3-3"	Jr. Sargento Lores	1.569
5-6	Jr. Colon	1.041
6-7	Jr. Colon	1.002
5-6	Jr. Colon	0.316
6-7	Jr. Colon	0.616
5"-5	Jr. Colon	0.097
5-12	S/N	0.424
12"-12	Jr. San Martin	0.094
5-12	S/N	0.234
12-13	Jr. San Martin	0.790
13-14	Jr. San Martin	1.553
12-13	Jr. San Martin	0.124
13-14	Jr. San Martin	0.161
2-7	Jr. Víctor Arévalo	0.299
7-14	Jr. Víctor Arévalo	2.049
14-21	Jr. Víctor Arévalo	3.488
3-8	Jr. Sargento Lores	0.216
7-8	Jr. Colon	0.507
7-8	Jr. Colon	0.336
8-15	Jr. Sargento Lores	0.302
14-15	Jr. San Martin	1.213
14-15	Jr. San Martin	0.311
15-22	Jr. Sargento Lores	0.229
21-22	Jr. Leticia	0.427
9 - 16	Jr. Ramirez Hurtado	0.267
15 - 16	Jr. San Martin	0.512
8 - 15	Jr. Sargento Lores	0.193
21 - 22	Jr. Leticia	0.536
22 - 29	Jr. Sargento Lores	0.290
15 - 16	Jr. San Martin	0.238
15 - 22	Jr. Sargento Lores	0.406

Tramo	Calle	Caudal de seccion
		Q (m/s)
22 - 23	Jr. Leticia	0.212
22 - 23	Jr. Leticia	0.344
22 - 29	Jr. Sargento Lores	1.563
16 - 23	Jr. Ramirez Hurtado	0.244
23 - 30	Jr. Ramirez Hurtado	0.521
29 - 30	Jr. Huallaga	0.711
28 - 29	Jr. Huallaga	2.430
2 - 7	Calle Victor Arevalo	0.303
7 - 14	Calle Victor Arevalo	1.236
14 - 21	Calle Victor Arevalo	3.551
21" - 21	Jr. Leticia	7.284
28" - 21"	Jr. Leticia	2.809
21" - 28	C2	9.569
29 - 30	Jr. Huallaga	0.304
28 - 29	Jr. Huallaga	0.824
	EMISOR 01	13.529
29 - 29"	Jr. Sargento Lores	0.357
29 - 29"	Jr. Sargento Lores	0.335
30 - 30"	Jr. Ramirez Hurtado	0.341
30 - 30"	Jr. Ramirez Hurtado	0.341
30 - 31	Jr. huallaga	0.274
31 - 31"	Jr. Dos de Mayo	0.496
31 - 31"	Jr. Dos de Mayo	0.324
31 - 32	Jr. huallaga	0.261
32- 32´	Jr. Tarapoto	0.210
32- 32´	Jr. Tarapoto	0.290
32 - 33	Jr. huallaga	0.216
33 - 33"	Jr. Aviator	0.176
33 - 33"	Jr. Aviator	0.076
33 - 34	Jr. huallaga	0.114
34 - 34"	Jr. Zaragoza	0.204
34 - 34"	Jr. Zaragoza	0.094
3 - 3"	Jr. Sargento Lores	0.180
3- 4	Jr. Federico del Aguila	0.216
4 - 4"	Jr. Ramirez Hurtado	0.358
3- 4	Jr. Federico del Aguila	0.213
4 - 4"	Jr. Ramirez Hurtado	0.358
3 - 8	Jr. Sargento Lores	0.287

Tramo	Calle	Caudal de sección
		Q (m/s)
8 - 9	Jr. Colon	0.469
4 - 9	Jr. Ramirez Hurtado	0.280
4 - 9	Jr. Ramirez Hurtado	0.280
9 - 10	Jr. Colon	1.237
10 - 11	Jr. Colon	1.341
8 - 9	Jr. Colon	0.311
9 - 10	Jr. Colon	0.420
10 - 11	Jr. Colon	0.740
11" - 11	Jr. Tarapoto	2.235
9 - 16	Jr. Ramirez Hurtado	0.267
16 - 17	Jr. San Martin	0.401
10 - 17	Jr. Dos de Mayo	0.250
10 - 17	Jr. Dos de Mayo	0.250
17 - 18	Jr. San Martin	1.024
11 - 18	Jr. Tarapoto	0.449
11 - 18	Jr. Tarapoto	0.153
18 - 19	Jr. San Martin	1.932
16 - 17	Jr. San Martin	0.488
16 - 17	Jr. San Martin	0.748
18 - 19	Jr. San Martin	0.989
16 - 23	Jr. Ramirez Hurtado	0.244
23 - 30	Jr. Ramirez Hurtado	0.521
23 - 24	Jr. Leticia	0.218
17 - 24	Jr. Dos de Mayo	0.318
23 - 24	Jr. Leticia	0.218
24 - 31	Jr. Dos de Mayo	1.015
17 - 24	Jr. Dos de Mayo	0.317
24-31	Jr. Dos de Mayo	0.474
18 - 25	Jr. Tarapoto	0.316
24 - 25	Jr. Leticia	0.320
24 - 25	Jr. Leticia	0.237
25 - 32	Jr. Tarapoto	1.019
18 - 25	Jr. Tarapoto	0.319
25 - 26	Jr. Leticia	0.719
25 - 26	Jr. Leticia	0.525
25 - 32	Jr. Tarapoto	0.952
20 - 26	Jr. Aviador	0.166
20 - 26	Jr. Aviador	0.166

Tramo	Calle	Caudal de sección
		Q (m/s)
26 - 27	Jr. Leticia	0.133
26 - 33	Jr. Aviador	0.288
26 - 33	Jr. Aviador	0.295
26 - 27	Jr. Leticia	0.232
27 - 34	Jr. Zaragoza	0.404
27 - 27'	Jr. Leticia	0.115
27- 34	Jr. Zaragoza	0.152
30 - 31	Jr. Huallaga	0.672
31 - 32	Jr. Huallaga	2.496
32 - 33	Jr. Huallaga	4.044
33 - 34	Jr. Huallaga	4.600
34 - 34 "	EMISOR 02	5.819
35 - 36"	Jr. Dos de Mayo	0.483
35 - 36	Jr. Dos de Mayo	0.471
39 - 40	Jr. Federico del Aguila	0.152
38 - 39	Jr. Federico del Aguila	0.402
38 - 37	Jr. Federico del Aguila	0.654
37 - 36	Jr. Federico del Aguila	0.599
36 - 36"	Jr. Dos de Mayo	1.146
38 - 43	Jr. Aviador	0.430
38 - 43	Jr. Aviador	0.430
39 - 42	Jr. Zaragoza	0.407
43 - 42	Jr. Colon	0.601
43 - 42	Jr. Colon	0.601
43 - 44	Jr. Aviador	1.805
19 - 44	Jr. San Martin	1.919
42 - 45	Jr. Zaragoza	0.564
44 - 45	Jr. San Martin	0.271
44 - 45	Jr. San Martin	0.092
45 - 45'	Jr. Zaragoza	0.824
39 - 42	Jr. Zaragoza	0.243
42 - 45	Jr. Zaragoza	0.556
45-45'	Jr. Zaragoza	0.725
40 - 41	Calle Baños	0.298
42 - 41	Jr. Colon	0.161
42 - 41	Jr. Colon	0.161
41 - 46	Calle Baños	0.543
45 - 46	Jr. San Martin	0.288



Tramo	Calle	Caudal de seccion
		Q (m/s)
45 - 46	Jr. San Martin	0.132
46 - 54	Calle Baños	1.335
55 - 54	Jr. Leticia	0.214
40 - 41	Calle Baños	0.169
41 - 41"	Jr. Colon	0.121
41 - 41"	Jr. Colon	0.121
41 - 46	Calle Baños	0.543
46 - 54	Calle Baños	0.917
54 - 53	Jr. Leticia	0.828
46 - 47	Jr. San Martin	0.289
46 - 47	Jr. San Martin	0.134
55 - 54	Jr. Leticia	0.214
54 - 53	Jr. Leticia	0.424
54 - 54´	Calle Baños	0.473
54 - 54´	Calle Baños	0.426
48´ - 48	Jr. San Martin	0.143
48 - 49	Jr. San Martin	0.325
48 - 51	Calle Ulises Reategui	0.353
48 - 51	Calle Ulises Reategui	0.188
51 - 50	Jr. Leticia	0.152
52 - 51	Jr. Leticia	0.829
51 - 50	Jr. Leticia	0.152
52 - 51	Jr. Leticia	0.237
51 - 51´	Calle Ulises Reategui	0.217
51 - 51´	Calle Ulises Reategui	0.199
56 - 59	Calle Ricardo Palma	0.436
59 - 63	Calle Ricardo Palma	0.658
59 - 63	Calle Ricardo Palma	0.446
57 - 58	Calle Jorge Chavez	0.363
59 - 58	S/N	0.342
59 - 58	S/N	0.314
58 - 64	Calle Jorge Chavez	0.980
63 - 64	Jr. Colon	1.094
62 - 63	Jr. Colon	2.301
60 - 62	Calle Sauce	0.212
60 - 62	Calle Sauce	0.108
61 - 62	Jr. Colon	2.622
63 - 64	Jr. Colon	0.228

Tramo	Calle	Caudal de sección
		Q (m/s)
62 - 63	Jr. Colon	0.630
61 - 62	Jr. Colon	0.889
70' - 70	Calle Arnulfo Garcia	0.267
62 - 69	Calle Sauce	0.305
62 - 69	Calle Sauce	0.325
63 - 68	Calle Ricardo Palma	0.340
63 - 68	Calle Ricardo Palma	0.281
64 - 67	Calle Jorge Chavez	0.192
67 - 68	Jr. San Martin	0.508
68 - 69	Jr. San Martin	1.093
69 - 70	Jr. San Martin	1.971
	EMISOSOR 04	1.883
67 - 68	Jr. San Martin	0.199
68 - 69	Jr. San Martin	0.559
69 - 70	Jr. San Martin	0.725
	EMISOSOR 03	0.706
67 -78	Calle Jorge Chavez	0.253
68 - 77	Calle Ricardo Palma	0.330
68 - 77	Calle Ricardo Palma	0.427
69 - 75	Calle Sauce	0.385
69 - 75	Calle Sauce	0.321
70 - 74	Calle Arnulfo Garcia	0.276
70 - 74	Calle Arnulfo Garcia	0.273
71 - 73	Calle Lamas	0.309
72 - 73	Calle Lamas	0.336
74 - 75	Jr. Leticia	0.506
73 - 74	Jr. Leticia	1.202
72 - 73	Jr. Leticia	1.962
72 - 50	Jr. Leticia	2.113
77 - 78	Jr. Leticia	0.482
75 - 77	Jr. Leticia	1.333
77 - 78	Jr. Leticia	0.314
77 - 82	Calle Ricardo Palma	0.574
82 - 81	Jr. Huallaga	0.362
77 - 82	Calle Ricardo Palma	0.123
76 - 77	Jr. Leticia	0.097
76 - 83	Pasaje la Paz	0.208
76 - 83	Pasaje la Paz	0.211

Tramo	Calle	Caudal de sección
		Q (m/s)
75 - 76	Jr. Leticia	0.137
83 - 82	Jr. Huallaga	0.918
84 - 83	Jr. Huallaga	1.424
75 - 84	Calle Sauce	1.677
82 - 81	Jr. Huallaga	0.240
83 - 82	Jr. Huallaga	0.379
84 - 83	Jr. Huallaga	0.550
83 - 93	Pasaje la Paz	0.223
93 - 92	Calle Laguna Azul	0.380
84 - 92	Calle Sauce	3.619
84 - 92	Calle Sauce	0.232
92 - 91	Calle Laguna Azul	4.044
75 - 84	Calle Sauce	0.200
85 - 84	Jr. Huallaga	0.380
74 - 85	Calle Arnulfo Garcia	0.223
85 - 84	Jr. Huallaga	0.252
85 - 91	Calle Arnulfo Garcia	1.112
93 - 91	Calle Laguna Azul	0.453
91 - 90	Calle Arnulfo Garcia	5.190
74 - 75	Jr. Leticia	0.336
73 - 74	Jr. Leticia	0.562
72 - 73	Jr. Leticia	0.839
72 - 50	Jr. Leticia	0.904
74 - 85	Calle Arnulfo Garcia	0.244
73 - 86	Calle Lamas	0.181
73 - 86	Calle Lamas	0.183
72 - 87	Calle Waldemar Panduro	0.261
86 - 85	Jr. Huallaga	0.381
87 - 86	Jr. Huallaga	1.004
86 - 85	Jr. Huallaga	0.234
87 - 86	Jr. Huallaga	0.554
87 - 88	Calle Waldemar Panduro	1.591
85 - 90	Calle Arnulfo Garcia	0.665
57- 64	Calle Jorge Chavez	0.784
64 - 67	Calle Jorge Chavez	1.080
67 - 78	Calle Jorge Chavez	1.604
78 - 79	Jr. Leticia	0.474
78 - 79	Jr. Leticia	0.474

Tramo	Calle	Caudal de sección
		Q (m/s)
78 - 81	Calle Jorge Chavez	2.211
81 - 80	Jr. Huallaga	0.175
81 - 80	Jr. Huallaga	0.072
81 - 95	Calle Jorge Chavez	2.694
78 - 81	Calle Jorge Chavez	0.265
81 - 95	Calle Jorge Chavez	0.519
64 - 65	Jr. Colon	1.898
64 - 65	Jr. Colon	0.712
65 - 66	Calle Aeropuerto	3.699
66 -79	Calle Aeropuerto	4.487
79 - 80	Calle Aeropuerto	4.580
80 - 95	Calle Aeropuerto	4.994
95 - 96	Calle Aeropuerto	9.133
96 - 97	EMISOR 06	9.715
81 - 95	Calle Aeropuerto	2.733
	EMISOR 05	6.669
13-6	Calle Diez de Agosto	0.244
13-6	Calle Diez de Agosto	0.244
10"-10	Jr. Dos de Mayo	0.181
10"-10	Jr. Dos de Mayo	0.111
91-90	Call, Arnulfo Garcia	5.190

#### 4.4.3. Dimensionamiento Geométrico

Las dimensiones geométricas de los colectores se han determinado a medidas mínimas constructivas, se presentan en el cuadro siguiente:

**Tabla 43***Dimensiones Geometricas de Colectores*

Tramo	Calle	Seccion	
		B (m)	H (m)
6-1	Calle Diez de Agosto	0.50	0.3
6-1	Calle Diez de Agosto	0.40	0.3
1-2	Jr. Federico del Águila	0.70	0.5
1-2	Jr. Federico del Águila	0.70	0.5
2-3	Jr. Federico del Águila	0.80	0.5
1-2	Jr. Federico del Águila	0.40	0.3
2-3	Jr. Federico del Águila	0.60	0.4
3-3"	Jr. Sargento Lores	0.90	0.6
5-6	Jr. Colon	0.60	0.4
6-7	Jr. Colon	0.60	0.4
5-6	Jr. Colon	0.40	0.3
6-7	Jr. Colon	0.50	0.3
5"-5	Jr. Colon	0.30	0.2
5-12	S/N	0.50	0.3
12"-12	Jr. San Martin	0.30	0.2
5-12	S/N	0.40	0.3
12-13	Jr. San Martin	0.60	0.4
13-14	Jr. San Martin	0.70	0.5
12-13	Jr. San Martin	0.30	0.2
13-14	Jr. San Martin	0.30	0.2
2-7	Jr. Víctor Arévalo	0.50	0.3
7-14	Jr. Víctor Arévalo	0.90	0.6
14-21	Jr. Víctor Arévalo	1.20	0.8
3-8	Jr. Sargento Lores	0.50	0.3
7-8	Jr. Colon	0.70	0.5
7-8	Jr. Colon	0.60	0.4
8-15	Jr. Sargento Lores	0.50	0.3
14-15	Jr. San Martin	1.00	0.7
14-15	Jr. San Martin	0.60	0.4
15-22	Jr. Sargento Lores	0.50	0.3
21-22	Jr. Leticia	0.60	0.4

Tramo	Calle	Seccion	
		B (m)	H (m)
3 - 3"	Jr. Sargento Lores	0.40	0.2
3- 4	Jr. Federico del Aguila	0.40	0.3
4 - 4"	Jr. Ramirez Hurtado	0.50	0.3
3- 4	Jr. Federico del Aguila	0.40	0.3
4 - 4"	Jr. Ramirez Hurtado	0.50	0.3
3 - 8	Jr. Sargento Lores	0.50	0.3
8 - 9	Jr. Colon	0.70	0.5
4 - 9	Jr. Ramirez Hurtado	0.50	0.3
4 - 9	Jr. Ramirez Hurtado	0.50	0.3
9 - 10	Jr. Colon	0.90	0.6
10 - 11	Jr. Colon	1.00	0.7
8 - 9	Jr. Colon	0.60	0.4
9 - 10	Jr. Colon	0.60	0.4
10 - 11	Jr. Colon	0.80	0.5
11" - 11	Jr. Tarapoto	0.90	0.6
9 - 16	Jr. Ramirez Hurtado	0.60	0.4
16 - 17	Jr. San Martin	0.65	0.4
10 - 17	Jr. Dos de Mayo	0.50	0.3
10 - 17	Jr. Dos de Mayo	0.50	0.3
17 - 18	Jr. San Martin	0.90	0.6
11 - 18	Jr. Tarapoto	0.60	0.4
11 - 18	Jr. Tarapoto	0.40	0.3
18 - 19	Jr. San Martin	0.90	0.6
16 - 17	Jr. San Martin	0.70	0.5
16 - 17	Jr. San Martin	0.80	0.5
18 - 19	Jr. San Martin	0.70	0.5
16 - 23	Jr. Ramirez Hurtado	0.50	0.3
23 - 30	Jr. Ramirez Hurtado	0.60	0.4
23 - 24	Jr. Leticia	0.50	0.3
17 - 24	Jr. Dos de Mayo	0.50	0.3
23 - 24	Jr. Leticia	0.50	0.3
24 - 31	Jr. Dos de Mayo	0.80	0.5
17 - 24	Jr. Dos de Mayo	0.50	0.3
24-31	Jr. Dos de Mayo	0.60	0.4
18 - 25	Jr. Tarapoto	0.50	0.3
24 - 25	Jr. Leticia	0.60	0.4
24 - 25	Jr. Leticia	0.50	0.3
25 - 32	Jr. Tarapoto	0.80	0.5
18 - 25	Jr. Tarapoto	0.50	0.3
25 - 26	Jr. Leticia	0.90	0.5

Tramo	Calle	Seccion	
		B (m)	H (m)
25 - 26	Jr. Leticia	0.80	0.5
25 - 32	Jr. Tarapoto	0.80	0.5
20 - 26	Jr. Aviador	0.50	0.3
20 - 26	Jr. Aviador	0.50	0.3
26 - 27	Jr. Leticia	0.40	0.3
26 - 33	Jr. Aviador	0.50	0.3
26 - 33	Jr. Aviador	0.50	0.3
26 - 27	Jr. Leticia	0.50	0.3
27 - 34	Jr. Zaragoza	0.60	0.4
27 - 27'	Jr. Leticia	0.40	0.2
27 - 34	Jr. Zaragoza	0.40	0.3
30 - 31	Jr. Huallaga	0.70	0.5
31 - 32	Jr. Huallaga	1.40	0.9
32 - 33	Jr. Huallaga	2.10	1.4
33 - 34	Jr. Huallaga	1.60	1.1
34 - 34 "	EMISOR 02	1.70	1.1
35 - 36"	Jr. Dos de Mayo	0.50	0.3
35 - 36	Jr. Dos de Mayo	0.50	0.3
39 - 40	Jr. Federico del Aguila	0.30	0.2
38 - 39	Jr. Federico del Aguila	0.40	0.3
38 - 37	Jr. Federico del Aguila	0.50	0.3
37 - 36	Jr. Federico del Aguila	0.50	0.3
36 - 36"	Jr. Dos de Mayo	0.70	0.5
38 - 43	Jr. Aviador	0.50	0.3
38 - 43	Jr. Aviador	0.50	0.3
39 - 42	Jr. Zaragoza	0.50	0.3
43 - 42	Jr. Colon	0.50	0.3
43 - 42	Jr. Colon	0.50	0.3
43 - 44	Jr. Aviador	0.70	0.5
19 - 44	Jr. San Martin	0.70	0.5
42 - 45	Jr. Zaragoza	0.40	0.2
44 - 45	Jr. San Martin	0.60	0.4
44 - 45	Jr. San Martin	0.40	0.3
45 - 45'	Jr. Zaragoza	0.50	0.3
39 - 42	Jr. Zaragoza	0.40	0.3
42 - 45	Jr. Zaragoza	0.40	0.3
45-45'	Jr. Zaragoza	0.50	0.3
40 - 41	Calle Baños	0.40	0.3
42 - 41	Jr. Colon	0.30	0.2

Tramo	Calle	Seccion	
		B (m)	H (m)
42 - 41	Jr. Colon	0.30	0.2
41 - 46	Calle Baños	0.40	0.3
45 - 46	Jr. San Martin	0.40	0.2
45 - 46	Jr. San Martin	0.30	0.2
46 - 54	Calle Baños	0.70	0.5
55 - 54	Jr. Leticia	0.50	0.3
40 - 41	Calle Baños	0.30	0.2
41 - 41"	Jr. Colon	0.30	0.2
41 - 41"	Jr. Colon	0.30	0.2
41 - 46	Calle Baños	0.40	0.3
46 - 54	Calle Baños	0.60	0.4
54 - 53	Jr. Leticia	0.90	0.6
46 - 47	Jr. San Martin	0.40	0.2
46 - 47	Jr. San Martin	0.30	0.2
55 - 54	Jr. Leticia	0.50	0.3
54 - 53	Jr. Leticia	0.70	0.4
54 - 54'	Calle Baños	0.60	0.4
54 - 54'	Calle Baños	0.60	0.4
48' - 48	Jr. San Martin	0.40	0.2
48 - 49	Jr. San Martin	0.60	0.4
48 - 51	Calle Ulises Reategui	0.60	0.4
48 - 51	Calle Ulises Reategui	0.50	0.3
51 - 50	Jr. Leticia	0.40	0.2
52 - 51	Jr. Leticia	0.80	0.5
51 - 50	Jr. Leticia	0.40	0.3
52 - 51	Jr. Leticia	0.50	0.3
51 - 51'	Calle Ulises Reategui	0.50	0.3
51 - 51'	Calle Ulises Reategui	0.50	0.3
56 - 59	Calle Ricardo Palma	0.60	0.4
59 - 63	Calle Ricardo Palma	0.70	0.5
59 - 63	Calle Ricardo Palma	0.60	0.4
57 - 58	Calle Jorge Chavez	0.50	0.3
59 - 58	S/N	0.60	0.4
59 - 58	S/N	0.60	0.4
58 - 64	Calle Jorge Chavez	0.90	0.6
63 - 64	Jr. Colon	0.90	0.6
62 - 63	Jr. Colon	1.30	0.9
60 - 62	Calle Sauce	0.50	0.3
60 - 62	Calle Sauce	0.60	0.4
61 - 62	Jr. Colon	1.20	0.8



Tramo	Calle	Seccion	
		B (m)	H (m)
63 - 64	Jr. Colon	0.50	0.3
62 - 63	Jr. Colon	0.80	0.5
61 - 62	Jr. Colon	0.80	0.5
70' - 70	Calle Arnulfo Garcia	0.60	0.4
62 - 69	Calle Sauce	0.50	0.3
62 - 69	Calle Sauce	0.50	0.3
63 - 68	Calle Ricardo Palma	0.50	0.3
63 - 68	Calle Ricardo Palma	0.50	0.3
64 - 67	Calle Jorge Chavez	0.40	0.3
67 - 68	Jr. San Martin	0.70	0.5
68 - 69	Jr. San Martin	0.90	0.6
69 - 70	Jr. San Martin	1.30	0.8
	EMISOSOR 04	1.30	0.9
67 - 68	Jr. San Martin	0.50	0.3
68 - 69	Jr. San Martin	0.70	0.5
69 - 70	Jr. San Martin	0.90	0.6
	EMISOSOR 03	0.90	0.6
67 - 78	Calle Jorge Chavez	0.50	0.3
68 - 77	Calle Ricardo Palma	0.60	0.4
68 - 77	Calle Ricardo Palma	0.60	0.4
69 - 75	Calle Sauce	0.60	0.4
69 - 75	Calle Sauce	0.60	0.4
70 - 74	Calle Arnulfo Garcia	0.50	0.3
70 - 74	Calle Arnulfo Garcia	0.50	0.3
71 - 73	Calle Lamas	0.60	0.3
72 - 73	Calle Lamas	0.60	0.4
74 - 75	Jr. Leticia	0.70	0.5
73 - 74	Jr. Leticia	1.10	0.7
72 - 73	Jr. Leticia	1.10	0.7
72 - 50	Jr. Leticia	1.10	0.7
77 - 78	Jr. Leticia	0.80	0.5
75 - 77	Jr. Leticia	1.00	0.7
77 - 78	Jr. Leticia	0.70	0.5
77 - 82	Calle Ricardo Palma	0.70	0.5
82 - 81	Jr. Huallaga	0.70	0.5
77 - 82	Calle Ricardo Palma	0.40	0.3
76 - 77	Jr. Leticia	0.40	0.2
76 - 83	Pasaje la Paz	0.50	0.3
76 - 83	Pasaje la Paz	0.50	0.3
75 - 76	Jr. Leticia	0.40	0.3

Tramo	Calle	Seccion	
		B (m)	H (m)
83 - 82	Jr. Huallaga	0.90	0.6
84 - 83	Jr. Huallaga	1.00	0.7
75 - 84	Calle Sauce	1.10	0.7
82 - 81	Jr. Huallaga	0.60	0.4
83 - 82	Jr. Huallaga	0.70	0.4
84 - 83	Jr. Huallaga	0.70	0.4
83 - 93	Pasaje la Paz	0.50	0.3
93 - 92	Calle Laguna Azul	0.60	0.4
84 - 92	Calle Sauce	1.40	0.9
84 - 92	Calle Sauce	0.50	0.3
92 - 91	Calle Laguna Azul	1.70	1.1
75 - 84	Calle Sauce	0.45	0.3
85 - 84	Jr. Huallaga	0.70	0.5
74 - 85	Calle Arnulfo Garcia	0.50	0.3
85 - 84	Jr. Huallaga	0.60	0.4
85 - 91	Calle Arnulfo Garcia	0.90	0.6
93 - 91	Calle Laguna Azul	0.70	0.5
91 - 90	Calle Arnulfo Garcia	1.80	1.2
74 - 75	Jr. Leticia	0.60	0.4
73 - 74	Jr. Leticia	0.80	0.5
72 - 73	Jr. Leticia	0.80	0.5
72 - 50	Jr. Leticia	0.80	0.5
74 - 85	Calle Arnulfo Garcia	0.50	0.3
73 - 86	Calle Lamas	0.40	0.3
73 - 86	Calle Lamas	0.40	0.3
72 - 87	Calle Waldemar Panduro	0.50	0.3
86 - 85	Jr. Huallaga	0.60	0.4
87 - 86	Jr. Huallaga	1.00	0.6
86 - 85	Jr. Huallaga	0.50	0.3
87 - 86	Jr. Huallaga	0.80	0.5
87 - 88	Calle Waldemar Panduro	1.00	0.7
85 - 90	Calle Arnulfo Garcia	0.80	0.5
57 - 64	Calle Jorge Chavez	0.80	0.5
64 - 67	Calle Jorge Chavez	0.70	0.5
67 - 78	Calle Jorge Chavez	1.00	0.6
78 - 79	Jr. Leticia	0.80	0.5
78 - 79	Jr. Leticia	0.80	0.5
78 - 81	Calle Jorge Chavez	1.30	0.9
81 - 80	Jr. Huallaga	0.50	0.3

Tramo	Calle	Seccion	
		B (m)	H (m)
81 - 95	Calle Jorge Chavez	0.40	0.3
78 - 81	Calle Jorge Chavez	1.40	0.9
81 - 95	Calle Jorge Chavez	0.60	0.4
64 - 65	Jr. Colon	0.70	0.5
64 - 65	Jr. Colon	1.30	0.8
65 - 66	Calle Aeropuerto	0.90	0.6
66 - 79	Calle Aeropuerto	1.40	0.9
79 - 80	Calle Aeropuerto	1.40	0.9
80 - 95	Calle Aeropuerto	1.70	1.1
95 - 96	Calle Aeropuerto	1.70	1.1
96 - 97	EMISOR 06	2.00	1.3
81 - 95	Calle Aeropuerto	1.90	1.2
	EMISOR 05	1.30	0.8
13-6	Calle Diez de Agosto	1.70	0.9
13-6	Calle Diez de Agosto	0.50	0.3
10"-10	Jr. Dos de Mayo	0.50	0.3
10"-10	Jr. Dos de Mayo	0.60	0.4
91-90	Call, Arnulfo Garcia	0.50	0.3

#### 4.5. Topografía

La topografía del área urbana la delimita en dos zonas, la parte baja donde está el ubicado el 80% de la ciudad y la parte alta donde está ubicado el sector La Loma, donde se encuentran pendientes pronunciadas. Cabe recalcar que la parte alta se halla entre las microcuencas de la quebrada Ojos y Upianillo, donde todas las aguas de los colectores de la parte alta escurrirán hacia estas dos microcuencas.

La razante de diseño ha sido considerada en función a los perfiles longitudinales de cada una de las calles y son estos datos los que se colocaron como cota de terreno como se aprecia en el Cuadro N° 20, en el cual también figura como dato la dimensión de cada uno de los colectores, cuya información nos permitió calcular la pendiente en cada tramo.

Del resultado del cálculo de las pendientes en los tramos tenemos como pendiente mínima 0,102%, en la calle los Sauces en el colector N° 154 y como pendiente máxima 24,094 %, en jirón Zaragoza colector N° 124, al tener una pendiente pronunciada la velocidad del agua también se incrementará y se puede utilizar alguna estructura adicional, si es conveniente, para disminuir su velocidad ya que en el proyecto se ha considerado como valor una velocidad máxima de 6 m/sg.

#### 4.6. Estudio Hidrológico

La intensidad máxima para  $T_r$  y  $T_c$  se encontró desarrollando el análisis estadístico de tres métodos: Gumbel, Log Pearson Tipo III y Levediev. Se consideró los valores del Método de Gumbel, por darnos valores más elevados que los otros dos.

Se verifico la información por medio de la prueba de Bondad de Ajuste de Smirnov – Kolmogorov, donde el valor del estadístico  $\Delta$  es mayor que el crítico  $\Delta_o$ , llegando a la conclusión que el ajuste es bueno y que los datos de intensidad se ajustan a la distribución normal con nivel de significación del 5% con una probabilidad del 95%.

Las intensidades de diseño se encontraron para tiempos de retorno de 2 a 100 años y periodos de duración de 2.5, 5, 7.5, 10, 12.5, 15, 20, 25, 30, 45, 60, 120 y 240 minutos, con una intensidad máxima calculada 272.80 mm/hr, para un periodo de retorno de 25 años y un periodo de duración de 2.5 minutos porque es en ese tiempo donde se produce la mayor intensidad de lluvia. Se consideró un  $T_r = 25$  años por tratarse de estructuras pequeñas ya que al considerar tiempos de retorno mayor las estructuras serán más costosas por el mayor dimensionamiento de las estructuras.

Con estos datos se ha graficado la curva IDF (Intensidad, Duración y Frecuencia), donde podemos calcular Intensidades máximas para cualquier tiempo y periodo de duración, que servirá para futuros proyectos que se desarrollan en la localidad de Sauce.

#### 4.7. Diseño Hidráulico de colectores

Para el diseño de los colectores se diseñó el caudal de diseño de cada uno de los colectores y utilizamos el método racional y teniendo en cuenta una sección de máxima eficiencia hidráulica calculamos los elementos de diseño de la sección utilizando la ecuación de Manning.

Se planteó secciones rectangulares en todos los colectores, determinando sus secciones geométricas constructivas y los caudales de cada una de las secciones en los colectores, las secciones de los colectores varían de acuerdo al incremento de caudal por la entrega de caudal adicional a los colectores de acuerdo a la topografía del terreno.

Antes de definir las secciones constructivas hicimos una verificación por caudal donde el caudal de la sección será mayor que el caudal de diseño y por último la verificación de la velocidad en cada tramo de los colectores, teniendo en cuenta la velocidad máxima y mínima.

Existen 6 tramos donde la velocidad máxima sobrepasa el valor permitido (6 m/s). Jirón San Martín, colector (F) donde la velocidad es 7.83 m/s, Jirón San Aviator (F) con una velocidad de 7.37 m/s, Jirón Zaragoza, colector (123) con una velocidad de 7.05 m/s, Jirón Zaragoza, colector (G) con una velocidad de 6.95 m/s, Jirón Zaragoza, colector (124) con velocidad de 6.56 m/s y Calle Baños, con colector (H) con velocidad 6.78 m/s. Los tramos mencionados para disminuir la velocidad podemos plantear estructuras adicionales o aumentar la resistencia del concreto para soportar mayores velocidades y evitar el desgaste de las estructuras.

Las dimensiones geométricas constructivas de la sección de los colectores tenemos como sección más pequeña ( $b = 0.30$ ,  $h = 0.20$ ) y como dimensión máxima tenemos ( $b = 2.70$ ,  $h = 1.80$ ).

## CONCLUSIONES

El valor de la intensidad máxima y la familia de curvas (IDF), la intensidad máxima de 272,80 mm/hr., un tiempo de concentración de 2,5 min y un periodo de retorno de veinticinco años y la familia de curvas (IDF) será de mucha utilidad y podrán ser utilizados en proyectos futuros en la localidad de Sauce sobre drenaje pluvial u otros que requieran el cálculo de caudales.

Las áreas tributarias para cada colector se definieron de acuerdo al plano de curvas de nivel y dividiendo las manzanas en secciones geométricas que simulen que la lluvia que cae en el área seleccionada de la manzana será recolectada por el colector y sumándole el área de la sección de la calle que escurrirá hacia este. Dicha información nos permitió calcular los caudales de diseño en cada colector.

Los caudales de diseño de cada colector se determinaron utilizando el método Racional, ya que es práctico de utilizar y los resultados son garantizados en áreas no mayores a 1300 ha, y para el cálculo de las secciones hidráulicas utilizamos la fórmula de Manning, comprobando así que nuestra sección garantice un sector de máxima eficiencia hidráulica, permitiendo que una sección óptima permita mayor capacidad hidráulica. Con estos resultados verificamos todos los caudales, garantizando el óptimo funcionamiento de nuestro sistema de drenaje pluvial diseñado.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda a la Municipalidad tener en consideración el desarrollo de este proyecto con la finalidad de elaborar el Proyecto a nivel de Perfil.

Se recomienda utilizar como base de estudio para futuros proyectos de cálculo de caudales la curva IDF.

Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Sauce elaborar el plan de Desarrollo Urbano que involucre el sistema drenaje pluvial que determina las etapas de estudio y diseño, etapas de ejecución a corto, mediano y largo plazo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camara Peruana de la Construcción: (1997): *Reglamento Nacional de Construcciones. Perú: s.e. Decima Sexta Edición.*
- Rosel, C.: (1998): *I Colección del Ingeniero civil Capitulo de Ingeniero Civi. Perú: UNI Facultad de Ingenieria Civil. 1era Edición.*
- Fair – Geir y Okun.: (1990): *Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales . Mexico: Limusa, S.A. Ediciones. 6ta Edición.*
- Garcia, R.: (1987): *Manual de Diseño Hidraulico de Canales y Obras de Arte. Perú: s.e. 1era Edición.*
- Ibáñez, G. y Bartra, P.: (1995): *Saneamiento Básico y Pluvial de la Ciudad Universitaria. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martin. Perú.*
- López, C.: (1997): *Diseño de Acueductos y Alcantarillados . Colombia: ALFA OMEGA EDITOR, S.A. 2da Edición.*
- Merrit, R. y Frederic, S.: (1987): *Manual de Ingeniero Civil. Volumen III . Mexico: Graficos Monte Alban, S.A. 1era Edición.*
- Monsalve, S.: (1999): *Hidrología en la Ingenieria. Colombia: ALFA OMEGA Grupo Editor, S.A. 2da Edición.*
- Morales, U.: (2000): *Drenaje Vial. Perú.: UNSM/2000 – II/FIC. Tarapoto.*
- Villon, B.: (2007): *Hidraulica de Canales. Peru: Editorial Villon. 2da Edición.*
- Villon, B.: (2011): *Hidrología. Peru: Editorial Villon. 3era Edición.*



## **ANEXOS**

## **ANEXO 1: Formulas**

N (*)	Y <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	N (*)	Y <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	N (*)	Y <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>
10	0.4967	0.9573	40	0.5436	1.1413	70	0.5548	1.1854
11	0.5008	0.9735	41	0.5442	1.1436	71	0.5550	1.1863
12	0.5043	0.9870	42	0.5448	1.1458	72	0.5552	1.1873
13	0.5075	0.9994	43	0.5453	1.1480	73	0.5555	1.1881
14	0.5103	1.0105	44	0.5458	1.1499	74	0.5557	1.1890
15	0.5128	1.0206	45	0.5463	1.1519	75	0.5559	1.1895
16	0.5152	1.0303	46	0.5468	1.1538	76	0.5561	1.1906
17	0.5175	1.0392	47	0.5473	1.1557	77	0.5563	1.1915
18	0.5196	1.0475	48	0.5477	1.1574	78	0.5565	1.1923
19	0.5214	1.0553	49	0.5481	1.1590	79	0.5567	1.1930
20	0.5236	1.0623	50	0.5485	1.1607	80	0.5569	1.1938
21	0.5252	1.0696	51	0.5489	1.1623	81	0.5570	1.1945
22	0.5258	1.0754	52	0.5493	1.1638	82	0.5572	1.1953
23	0.5283	1.0811	53	0.5497	1.1658	83	0.5574	1.1960
24	0.5296	1.0864	54	0.5501	1.1667	84	0.5576	1.1967
25	0.5309	1.0975	55	0.5504	1.1681	85	0.5578	1.1973
26	0.5320	1.0981	56	0.5508	1.1696	86	0.5580	1.1980
27	0.5332	1.1004	57	0.5511	1.1708	87	0.5581	1.1987
28	0.5343	1.1047	58	0.5515	1.1721	88	0.5583	1.1994
29	0.5353	1.1055	59	0.5518	1.1734	89	0.5588	1.2001
30	0.5362	1.1124	60	0.5521	1.1747	90	0.5586	1.2007
31	0.5371	1.1159	61	0.5524	1.1759	91	0.5587	1.2013
32	0.5380	1.1193	62	0.5527	1.1770	92	0.5589	1.2020
33	0.5388	1.1226	63	0.5530	1.1782	93	0.5591	1.2026
34	0.5396	1.1255	64	0.5533	1.1793	94	0.5592	1.2032
35	0.5403	1.1285	65	0.5535	1.1803	95	0.5593	1.2038
36	0.5410	1.1313	66	0.5538	1.1814	96	0.5595	1.2044
37	0.5418	1.1339	67	0.5540	1.1824	97	0.5596	1.2049
38	0.5424	1.1363	68	0.5543	1.1834	98	0.5598	1.2055

Figura 24. Distribucion de Gumbel –Valores de Y<sub>n</sub> y S<sub>n</sub> (Fuente: “Hidrologia”, Maximo Villon Bejar, Pag. 284)

$$F(Z) = \int_{-\infty}^Z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u^2/2} du$$

$$F(Z) = 1/Tr$$

$$F(-Z) = 1 - F(Z)$$

↓      →

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.50000	0.50399	0.50798	0.51197	0.51595	0.51994	0.52392	0.52790	0.53188	0.53586
0.1	0.53983	0.54379	0.54776	0.55172	0.55567	0.55952	0.56356	0.56749	0.57142	0.57534
0.2	0.57926	0.58317	0.58706	0.59095	0.59483	0.59871	0.60257	0.60642	0.61028	0.61409
0.3	0.61791	0.62172	0.62551	0.62930	0.63307	0.63683	0.64058	0.64431	0.64803	0.65173
0.4	0.66542	0.66910	0.67276	0.67640	0.67903	0.68264	0.68622	0.68982	0.69348	0.69713
0.5	0.69146	0.69497	0.69847	0.70194	0.70540	0.70884	0.71226	0.71566	0.71904	0.72240
0.6	0.72576	0.72907	0.73237	0.73565	0.73891	0.74215	0.74537	0.74857	0.75175	0.75490
0.7	0.75803	0.76115	0.76424	0.76730	0.77035	0.77337	0.77637	0.77935	0.78230	0.78523
0.8	0.78814	0.79103	0.79389	0.79673	0.79954	0.80234	0.80510	0.80785	0.81057	0.81327
0.9	0.81594	0.81859	0.82121	0.82381	0.82639	0.82894	0.83147	0.83397	0.83646	0.83891
1.0	0.84134	0.84375	0.84613	0.84849	0.85083	0.85314	0.85543	0.85769	0.85993	0.86214
1.1	0.86433	0.86650	0.86864	0.87076	0.87285	0.87493	0.87697	0.87900	0.88100	0.88297
1.2	0.88493	0.88686	0.88877	0.89065	0.89251	0.89435	0.89616	0.89796	0.89973	0.90147
1.3	0.90320	0.90490	0.90658	0.90824	0.90988	0.91149	0.91308	0.91465	0.91621	0.91773
1.4	0.91924	0.92073	0.92219	0.92364	0.92506	0.92647	0.92785	0.92922	0.93058	0.93189
1.5	0.93319	0.93448	0.93574	0.93699	0.93822	0.93943	0.94062	0.94179	0.94295	0.94408
1.6	0.94520	0.94630	0.94738	0.94845	0.94950	0.95053	0.95154	0.95254	0.95352	0.95448
1.7	0.95543	0.95637	0.95725	0.95818	0.95907	0.95994	0.96080	0.96164	0.96246	0.96327
1.8	0.96407	0.96485	0.96562	0.96637	0.96711	0.96784	0.96856	0.96928	0.96995	0.97062
1.9	0.97128	0.97193	0.97257	0.97320	0.97381	0.97441	0.97500	0.97558	0.97615	0.97670
2.0	0.97725	0.97778	0.97831	0.97882	0.97932	0.97982	0.98030	0.98077	0.98124	0.98169
2.1	0.98214	0.98257	0.98300	0.98341	0.98382	0.98422	0.98461	0.98500	0.98537	0.98574
2.2	0.98610	0.98645	0.98679	0.98713	0.98745	0.98778	0.98809	0.98840	0.98870	0.98899
2.3	0.98928	0.98956	0.98983	0.99010	0.99036	0.99061	0.99085	0.99111	0.99134	0.99158
2.4	0.99180	0.99202	0.99224	0.99245	0.99266	0.99286	0.99305	0.99324	0.99343	0.99361
2.5	0.99379	0.99395	0.99413	0.99430	0.99446	0.99461	0.99477	0.99492	0.99506	0.99520
2.6	0.99534	0.99547	0.99560	0.99573	0.99585	0.99598	0.99609	0.99621	0.99632	0.99643
2.7	0.99653	0.99664	0.99674	0.99683	0.99693	0.99702	0.99711	0.99720	0.99728	0.99738
2.8	0.99744	0.99752	0.99760	0.99767	0.99774	0.99781	0.99788	0.99795	0.99801	0.99807
2.9	0.99813	0.99819	0.99825	0.99831	0.99836	0.99841	0.99846	0.99851	0.99856	0.99861
3.0	0.99865	0.99869	0.99874	0.99878	0.99882	0.99886	0.99889	0.99893	0.99897	0.99900
3.1	0.99903	0.99906	0.99910	0.99913	0.99916	0.99918	0.99921	0.99924	0.99926	0.99929
3.2	0.99931	0.99934	0.99936	0.99938	0.99940	0.99942	0.99944	0.99946	0.99948	0.99950
3.3	0.99952	0.99953	0.99955	0.99957	0.99958	0.99960	0.99961	0.99962	0.99964	0.99965
3.4	0.99966	0.99968	0.99969	0.99970	0.99971	0.99972	0.99973	0.99974	0.99975	0.99976
3.5	0.99977	0.99978	0.99978	0.99979	0.99980	0.99981	0.99981	0.99982	0.99983	0.99983
3.6	0.99984	0.99985	0.99985	0.99986	0.99986	0.99987	0.99987	0.99988	0.99988	0.99989
3.7	0.99989	0.99990	0.99990	0.99990	0.99991	0.99991	0.99991	0.99992	0.99992	0.99992
3.8	0.99993	0.99993	0.99993	0.99994	0.99994	0.99994	0.99994	0.99995	0.99995	0.99995
3.9	0.99995	0.99995	0.99996	0.99996	0.99996	0.99996	0.99996	0.99996	0.99997	0.99997

Figura 25. Distribucion Normal Acumulada (Fuente: "Hidrologia Estadística", Maximo Villon Bejar, Pag. 20)



PERIODO DE RETORNO Tr EN AÑOS											
g	1.0101	1.0526	1.1111	1.2500	2	5	10	25	50	100	200
3.0	-0.667	-0.665	-0.660	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970
2.9	-0.690	-0.688	-0.681	-0.651	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909
2.8	-0.714	-0.711	-0.702	-0.668	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847
2.7	-0.740	-0.736	-0.724	-0.681	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.093	3.932	4.783
2.6	-0.769	-0.762	-0.747	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718
2.5	-0.789	-0.790	-0.771	-0.711	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652
2.4	-0.832	-0.819	-0.795	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584
2.3	-0.867	-0.850	-0.819	-0.739	-0.341	0.555	1.274	2.246	2.997	3.753	4.515
2.2	-0.905	-0.882	-0.844	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444
2.1	-0.946	-0.914	-0.869	-0.765	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372
2.0	-0.990	-0.949	-0.895	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
1.9	-1.057	-0.984	-0.920	-0.788	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.563	4.223
1.8	-1.087	-1.020	-0.945	-0.799	-0.282	0.645	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
1.7	-1.140	-1.056	-0.970	-0.808	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990
1.5	-1.258	-1.131	-1.018	-0.825	-0.240	0.690	1.335	2.146	2.745	3.330	3.910
1.4	-1.310	-1.166	-1.041	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
1.3	-1.363	-1.206	-1.064	-0.838	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	-1.449	-1.243	-1.086	-0.844	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	-1.516	-1.280	-1.107	-0.848	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.605	3.087	3.575
1.0	-1.618	-1.317	-1.128	-0.852	-0.164	0.756	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-1.688	-1.353	-1.147	-0.854	-0.148	0.769	1.338	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-1.733	-1.380	-1.166	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	-1.806	-1.423	-1.103	-0.857	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-1.880	-1.458	-1.200	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.613	2.949
0.3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-2.178	-1.586	-1.258	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.765
0.1	-2.252	-1.618	-1.270	-0.846	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
0.0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.578
	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA EN %											

Figura 26. Distribucion Log – Pearson Tipo III Valores de K para Valores de G negativos (Fuente: DRENAJE URBANO, Bolinaga I, Juan Jose, Pag. 133)

PERIODO DE RETORNO Tr EN AÑOS											
g	1.0101	1.0526	1.1111	1.2500	2	5	10	25	50	100	200
0.0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0.000	0.842	1.262	1.751	2.054	2.326	2.576
-0.1	-2.400	-1.673	-1.292	-0.836	0.017	0.846	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482
-0.2	-2.472	-1.700	-1.301	-0.830	0.033	0.850	1.253	1.660	1.945	2.178	2.388
-0.3	-2.544	-1.726	-1.308	-0.824	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294
-0.4	-2.615	-1.750	-1.317	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201
-0.5	-2.686	-1.774	-1.323	-0.808	0.085	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108
-0.6	-2.755	-1.797	-1.328	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.830	2.016
-0.7	-2.824	-1.819	-1.333	-0.790	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926
-0.8	-2.891	-1.839	-1.336	-0.780	0.132	0.858	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837
-0.9	-2.957	-1.856	-1.339	-0.769	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749
-1.0	-3.022	-1.877	-1.340	-0.758	0.164	0.852	1.120	1.366	1.492	1.588	1.664
-1.1	-3.057	-1.894	-1.341	-0.745	0.180	0.848	1.107	1.324	1.455	1.518	1.581
-1.2	-3.497	-1.910	-1.340	-0.752	0.196	0.844	1.056	1.282	1.379	1.449	1.501
-1.3	-3.211	-1.925	-1.339	-0.719	0.210	0.836	1.064	1.240	1.324	1.365	1.424
-1.4	-3.271	-1.938	-1.337	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351
-1.5	-3.330	-1.951	-1.333	-0.690	0.240	0.825	1.018	1.157	1.217	1.256	1.282
-1.6	-3.388	-1.962	-1.329	-0.675	0.254	0.817	0.999	1.116	1.166	1.197	1.216
-1.7	-3.444	-1.972	-1.324	-0.660	0.268	0.808	0.970	1.075	1.116	1.140	1.155
-1.8	-3.499	-1.981	-1.318	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.037	1.097
-1.9	-3.553	-1.989	-1.310	-0.627	0.294	0.786	0.920	0.996	1.023	1.037	1.044
-2.0	-3.605	-1.996	-1.302	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995
-2.1	-3.656	-2.001	-1.291	-0.592	0.319	0.765	0.889	0.923	0.939	0.946	0.949
-2.2	-3.705	-2.006	-1.284	-0.574	0.330	0.752	0.844	0.880	0.900	0.905	0.907
-2.3	-3.753	-2.009	-1.274	-0.555	0.341	0.739	0.819	0.855	0.864	0.867	0.869
-2.4	-3.800	-2.011	-1.262	-0.537	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.8325	0.833
-2.5	-3.845	-2.012	-1.250	-0.518	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800
-2.6	-3.839	-2.013	-1.233	-0.499	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769
-2.7	-3.832	-2.012	-1.224	-0.479	0.376	0.661	0.724	0.730	0.740	0.740	0.741
-2.8	-3.973	-2.010	-1.210	-0.460	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714
-2.9	-4.013	-2.007	-1.195	-0.440	0.390	0.651	0.681	0.683	0.609	0.690	0.690
-3.0	-4.051	-2.003	-1.160	-0.420	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667
	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5
PROBABILIDAD DE OCURRENCIA EN %											

Figura 27. Distribucion Log – Pearson Tipo III Valores de K para Valores de G positivos (Fuente: DRENAJE URBANO, Bolinaga I, Juan Jose, Pag. 134)

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA  
DIRECCION REGIONAL DE SAN MARTIN

INFORMACION METEOROLOGICA  
PARA: GIMES MENDOZA MACEDO  
SEGÚN PROFORMA N° 358-DRE-9/2015

ESTACION : CO "SAUCE"

Latitud : 06° 41'  
Longitud : 76° 15'  
Altura : 620 m.s.n.m.

Departamento : SAN MARTIN  
Provincia : SAN MARTIN  
Distrito : SAUCE

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm.)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAXIMA
1990	26.8	20.2	24.4	24.2	24.2	32.7	22.6	12.8	14.0	14.0	14.0	46.2	46.2
1991	0.0	30.6	37.0	38.7	18.2	18.0	6.2	22.7	18.6	25.4	30.8	30.6	38.7
1992	48.8	21.8	39.6	40.8	30.0	30.0	36.6	38.0	38.7	47.5	30.2	22.2	48.8
1993	29.5	53.1	43.0	26.2	39.2	27.0	38.4	22.0	29.8	25.0	49.5	13.8	53.1
1994	30.4	9.8	32.2	47.2	30.7	66.4	30.2	15.6	46.6	30.2	10.8	27.6	66.4
1995	29.8	18.6	35.0	33.9	16.2	30.7	24.5	18.2	58.8	60.5	37.0	47.7	60.5
1996	35.0	26.2	39.0	57.1	58.3	18.5	20.0	27.6	31.0	57.2	16.4	85.6	85.6
1997	16.5	78.8	54.7	25.6	51.4	10.4	18.6	30.6	40.2	14.2	14.4	18.4	78.8
1998	14.6	31.5	43.9	45.0	20.2	57.7	34.0	26.0	45.2	40.7	27.5	47.8	57.7
1999	32.0	43.7	36.1	50.0	33.0	12.0	20.7	23.3	55.2	21.3	36.2	19.8	55.2
2000	23.0	23.3	17.7	32.4	57.0	39.3	38.0	37.7	18.4	34.3	54.7	26.5	57.0
2001	13.8	18.3	54.5	70.8	34.8	27.2	52.8	15.8	27.6	52.0	14.8	31.0	70.8
2002	21.7	10.2	28.2	39.1	27.5	15.4	43.4	32.1	7.6	40.2	16.1	20.5	43.4
2003	36.5	24.9	30.8	39.1	47.0	68.0	28.1	16.8	15.5	52.6	16.8	33.2	68.0
2004	8.3	24.8	15.5	19.1	53.5	26.2	14.5	38.8	29.2	44.7	54.6	35.5	54.6
2005	50.5	45.2	23.5	123.0	19.3	23.2	34.0	35.1	48.0	33.2	56.3	32.5	123.0
2006	30.4	36.6	43.4	28.5	14.3	21.8	23.4	40.2	19.4	49.8	48.8	37.1	49.8
2007	25.6	36.2	57.4	31.2	59.8	7.5	14.0	13.2	62.0	52.3	74.1	26.6	74.1
2008	23.7	85.7	26.2	46.4	26.8	17.8	36.2	23.4	23.1	31.5	31.5	9.2	85.7
2009	52.0	21.2	23.4	31.8	24.0	30.0	15.5	13.2	60.6	20.5	24.4	16.8	60.6
2010	19.1	27.3	24.0	44.8	64.2	16.8	17.5	23.4	22.2	55.8	25.2	18.2	64.2
2011	33.7	18.0	38.2	23.2	25.5	43.4	25.5	12.6	68.8	18.8	54.2	62.4	68.8
2012	18.0	20.4	44.2	49.0	17.8	33.7	32.4	10.8	29.0	41.2	46.2	52.8	52.8
2013	28.6	30.0	35.2	25.9	48.6	22.5	24.8	44.0	19.6	33.0	87.2	22.5	87.2
2014	16.8	26.2	35.5	35.8	33.4	54.8	13.0	112.8	42.3	75.2	16.0	21.6	112.8

**NOTA:** LA PRESENTE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA SOLO SERA EMPLEADA PARA EL PROPÓSITO DE LA SOLICITUD QUEDANDO PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL.

Tarapoto, 06 de octubre del 2015



Ing. M.Sc. Felipe Huamán Solís  
DIRECTOR REGIONAL  
SENAMHI - SAN MARTIN

Figura 28. Informacion Metereologica



INFORMACION METEOROLÓGICA  
PARA: GIMES MENDOZA MACEDO  
SEGÚN PROFORMA N° 245-A-DZ-9/2016

ESTACION: CO "SAUCE"

Latitud : 06° 41'  
Longitud : 76° 15'  
Altura : 620 m.s.n.m.

Departamento : SAN MARTIN  
Provincia : SAN MARTIN  
Distrito : SAUCE

FRECUENCIA DE PRECIPITACION (DIAS CON LLUVIA)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1990	11	12	16	7	14	15	8	5	5	10	9	3	113
1991	0	9	12	13	9	3	1	1	3	5	6	6	70
1992	4	10	16	11	4	5	8	15	11	9	9	10	112
1993	8	16	18	9	9	12	9	9	9	13	12	8	132
1994	8	6	15	10	16	13	10	10	11	14	8	10	131
1995	6	5	13	11	8	8	8	10	9	12	12	8	110
1996	6	14	13	13	10	7	7	12	13	13	6	10	124
1997	7	17	9	12	13	4	10	13	10	6	9	9	119
1998	7	9	17	16	8	7	12	8	6	15	5	10	120
1999	14	13	13	20	17	11	18	7	12	11	9	6	151
2000	11	11	15	19	15	8	14	14	14	13	4	14	152
2001	12	12	19	19	15	10	17	12	15	12	7	20	170
2002	9	15	11	19	18	11	20	18	7	20	15	14	177
2003	13	18	18	19	18	18	11	7	11	16	15	17	181
2004	6	8	17	16	13	17	14	14	13	16	15	10	159
2005	6	12	9	18	15	8	8	4	8	13	12	7	120
2006	17	13	10	10	5	13	6	7	7	15	11	10	124
2007	10	10	20	16	14	13	7	8	13	13	14	10	146
2008	10	14	17	18	16	11	14	14	14	15	14	9	166
2009	12	12	21	21	20	12	16	14	13	8	7	6	162
2010	7	15	20	18	15	14	3	8	10	15	18	10	153
2011	8	10	18	19	17	15	11	8	22	17	15	20	180
2012	10	17	20	21	15	11	13	7	11	16	11	15	167
2013	13	13	20	8	16	16	10	11	10	14	10	7	148
2014	14	13	19	19	15	10	12	11	13	21	12	11	170
PROMEDIO	9	12	16	15	13	11	11	10	11	13	11	10	142

NOTA LA PRESENTE INFORMACIÓN METEOROLÓGICA SOLO SERA EMPLEADA PARA EL PROPÓSITO DE  
LA SOLICITUD QUEDANDO PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL.



Tarapoto, 25 de julio del 2016

*[Firma]*  
Julio Ernesto Urbola del Carpio  
Ingeniero Meteorólogo  
DIRECTOR ZONAL B  
SENAMHI

Figura 29. Frecuencia de precipitacion (dias de lluvia) (Fuente: SENAMHI)

## **ANEXO 2: Fotografías**





*Fotografía N°01:* Se observa la vía totalmente invadida de agua debido a las constantes precipitaciones en la zona.



*Fotografía N°02:* Se observa la vía totalmente invadida de agua debido a las constantes precipitaciones en la zona.





*Fotografía N°03:* Se observa la vía totalmente invadida de agua debido a las constantes precipitaciones en la zona.



*Fotografía N°04:* Se observa la vía totalmente invadida de agua debido a las constantes precipitaciones en la zona.





*Fotografía N°05:* Se observa la vía totalmente invadida de agua debido a las constantes precipitaciones en la zona.



*Fotografía N°06:* Se observa la vía totalmente invadida de agua debido a las constantes precipitaciones en la zona.





*Fotografía N°07:* Se observa la vía totalmente invadida de agua debido a las constantes precipitaciones en la zona.



*Fotografía N°08:* Se observa la vía totalmente invadida de agua debido a las constantes precipitaciones en la zona.





*Fotografía N°09:* Se observa la vía totalmente invadida de agua debido a las constantes precipitaciones en la zona.